

№9 (104) 2011
Выпуск 15/2

НАУЧНЫЙ РЕЦЕНЗИРУЕМЫЙ ЖУРНАЛ

Основан в 1995 г.

Журнал входит
в Перечень ведущих рецензируемых
научных журналов и изданий,
выпускаемых в Российской Федерации,
в которых рекомендуется публикация
основных результатов диссертаций
на соискание ученых степеней
доктора и кандидата наук

Учредитель:

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Белгородский государственный национальный исследовательский университет» (НИУ «БелГУ»)

Издатель:

НИУ «БелГУ».
Издательско-полиграфический комплекс НИУ «БелГУ»

Журнал зарегистрирован
в Федеральной службе по надзору за соблюдением законодательства

в сфере массовых коммуникаций
и охраны культурного наследия

Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № ФС 77-21121 от 19 мая 2005 г.

**РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ
ЖУРНАЛА**

Главный редактор

Л.Я. Дятченко,
ректор НИУ «БелГУ», доктор
социологических наук, профессор

Зам. главного редактора

В.В. Соколов,
проректор по научной работе НИУ
«БелГУ», кандидат педагогических наук,
доцент

Ответственные секретари:

В.М. Московкин,
доктор географических наук, профессор
кафедры мировой экономики
НИУ «БелГУ»

Е.Н. Кролевецкая,
кандидат педагогических наук,
доцент кафедры педагогики
НИУ «БелГУ»

**РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ
СЕРИИ ЖУРНАЛА**

Главный редактор серии

А.В. Присный,
доктор биологических наук, доцент
(НИУ «БелГУ»)

Заместители главного редактора:

О.Е. Лебедева,
доктор химических наук, профессор
(НИУ «БелГУ»)

А.Г. Корнилов,
доктор географических наук, профессор
(НИУ «БелГУ»)

Ответственный секретарь

Ю.Н. Куркина,
кандидат сельскохозяйственных наук,
доцент (НИУ «БелГУ»)

НАУЧНЫЕ ВЕДОМОСТИ

Белгородского государственного университета

Естественные науки

Belgorod State University
Scientific Bulletin
Natural sciences

СОДЕРЖАНИЕ

БИОЛОГИЯ

Насекомые фитофаги и болезни деревьев и кустарников коллекции дендросада ФГУ «СЕВНИИЛХ». **Ежов О.Н., Демидова Н.А. 5**

Урожайность отборных форм *Berberis* L. при интродукции в Ботаническом саду Белгородского государственного национального исследовательского университета. **Жиленко В.Ю., Сорокопудов В.Н. 11**

Биологические особенности размножения некоторых представителей рода *Ficus* L. в культуре *in vitro*. **Миронова Ю.В., Сорокопудова О.А. 15**

Адаптивные особенности поверхности листа у видов рода *Crataegus* L. (*Rosaceae* Juss.) **Резанова Т.А., Бакиштов С.А. 20**

Оценка перспективности видов и сортов подсемейства *Sedoideae* Berger (*Crassulaceae* Dc.) на юго-западе России. **Орлова О.Н., Сорокопудова О.А. 29**

Биологические особенности цветения некоторых представителей рода *Chaenomeles* (Thunb.) Lindl в условиях ЦЧР. **Навальнева И.А., Сорокопудов В.Н. 35**

Семеношение некоторых сортов *Ribes rubrum* L. В условиях Белгородской области. **Тохтарь Л.А., Сорокопудов В.Н. 41**

К вопросу видовой идентификации рода *Ribes* L. в Якутии. **Коробкова Т.С. 46**
Митотическая полиплоидизация азиатских гибридов лилий. **Лабунская Н.А., Сорокопудова О.А. 50**

Интродукция розовоцветковой крупноплодной земляники (*Fragaria* × *Ananassa* Duch.) в Западной Сибири. **Кузнецова Л.Л., Батурич С.О. 54**

Изучение анатомических признаков травы Вероники австрийской (*Veronica austriaca* L.). **Бубенчикова В.Н., Кондратова Ю.А. 60**

Оценка эффективности свободного опыления перспективных сортообразцов жимолости. **Белосохов Ф.Г., Белосохова О.А. 64**

Селекция абрикоса на качество плодов в условиях Белгородской области. **Гаврюшенко Е.В. 68**

Адаптивная способность сортов малины на Камчатке. **Петруша Е.Н. 73**
Интродукция крыжовника для улучшения сортимента Камчатского края. **Петруша Е.Н. 77**

Изучение анатомических признаков травы Козлобородника восточного. **Бубенчикова В.Н., Трембля Я.С., Прохорова С.А. 81**

Реинтродукция редких и сокращающихся численность в Белгородской области видов *Iris* L. в Ботаническом саду Белгородского государственного университета. **Шевченко И.В., Чернявских В.И., Сорокопудова О.А. 88**

Изучение прироста клубнелуковиц и других показателей вегетативной продуктивности сортов гладиолуса. **Кузичев О.Б. 94**

Симбиотическая деятельность клубеньковых бактерий сортов и селекционных линий люцерны в условиях центральной Якутии. **Атласова Л.Г. 99**

Формирование куста *Psathyrostachys caespitosa* (Sukaczew) Peschkova в первые годы жизни в условиях Центральной Якутии. **Скобелева А.А. 103**

Изучение основных параметров вегетативного роста сортов гладиолуса. **Кузичев О.Б. 109**

Флора лесов некоторых предгорных районов Восточного Кавказа. **Тайсумов М.А., Астамировва М.А.-М., Ибраилова С.А., Гадаева Т.З. 114**

Морфологические особенности якутских популяций Земляники восточной. **Васильева Е.П., Белевцова В.И., Сорокопудов В.Н. 122**

Члены редколлегии:

Л.Н. Белятинская, доктор химических наук, профессор (НИУ «БелГУ»)

И.В. Батлуцкая, доктор биологических наук, доцент (НИУ «БелГУ»)

А.И. Везенцев, доктор технических наук, профессор (НИУ «БелГУ»)

Р. Виттиг, доктор, профессор (Университет им. И.В. Гете, Франкфурт-на-Майне)

А.Ф. Колчанов, кандидат биологических наук, профессор (НИУ «БелГУ»)

Ф.Н. Лисецкий, доктор географических наук, профессор (НИУ «БелГУ»)

С.В. Лукин, доктор географических наук, профессор (НИУ «БелГУ» государственного университета)

А.Н. Петин, доктор географических наук, профессор (НИУ «БелГУ»)

С.В. Сергеев, доктор технических наук, профессор (НИУ «БелГУ»)

В.Н. Сорокопудов, доктор сельскохозяйственных наук, профессор (НИУ «БелГУ»)

В.К. Тохтарь, доктор биологических наук, старший научный сотрудник (НИУ «БелГУ»)

М.З. Федорова, доктор биологических наук, профессор (НИУ «БелГУ»)

Ю.Г. Чендев, доктор географических наук, профессор (НИУ «БелГУ»)

В.С. Шилова, доктор педагогических наук, профессор (НИУ «БелГУ»)

Оригинал-макет **Н.А. Гапоненко**
E-mail: prisiui@bsu.edu.ru

Подписано в печать 29.07.2011
Формат 60×84/8
Гарнитура Georgia, Impact
Усл. п. л. 33,94
Тираж 1000 экз.
Заказ 236

Подписной индекс в каталоге агентства
«Роспечать» – 81466

Оригинал-макет тиражирован
в издательско-полиграфическом комплексе
НИУ «БелГУ»
Адрес: 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85

Экологические аспекты урожайности образцов дикорастущих популяций *Fragaria orientalis* Los. при интродукции в зависимости от районов отбора в условиях Якутии. **Васильева Е.П., Белевцова В.И.** 127

Морфологические особенности видов рода *Melilotus* Mill. России и сопредельных стран в связи с систематикой рода. **Таловина Г.В., Смекалова Т.Н.** 132

Особенности вегетативного размножения гороха в культуре *in vitro*. **Жужжалова Т.П., Сащенко М.Н.** 139

Адаптивная реакция эпидермиса листа видов рода *Juglans* L. на действие высоких температур. **Резанова Т.А., Назарова Н.В.** 144

Анатомо-морфологические особенности цветоносов мака снотворного *Papaver somniferum* L. и мака-самосейки *P. rhoeas* L. **Семенова Е.Ф., Чебураева А.Н., Вилкова И.А., Морозкина Н.А., Преснякова Е.В.** 151

Магония падуболистная (*Mahonia aquifolium* (Pursh) Nutt.) - разработка методики проведения испытаний на отличимость, однородность и стабильность. **Сорокопудов В.Н., Жидких О.Ю., Сорокопудова О.А.** 158

Анализ диких родичей культурных растений флоры лужского района Кенинградской области. **Смекалова Т.Н., Шитлина Л.Ю.** 168

Особенности стратегии сохранения *in situ* видов рода *Melilotus* Mill. На территории России. **Смекалова Т.Н., Таловина Г.В.** 173

История изученности скально-осыпной флоры и растительности верхнеальпийского пояса восточного Кавказа. **Асташирова М.А.-М., Абдурзакова А.С., Магомедова Р.С., Умаева А.М., Омархаджиева, Ф.С., Хасуева Б. А., Дудагова Э.Ш. Шахгириева З.И.** 178

ХИМИЯ

Состав и отхаркивающая активность водорастворимых полисахаридных комплексов Деясила иволлистного. **Бубенчикова В.Н., Азарова А.В.** 188
Спектрофотометрический метод определения содержания суммы флавоноидов в надземной части *Viola odorata* L. **Бубенчиков Р.А.** 191

Стандартизация травы Бородавника обыкновенного по содержанию полисахаридов. **Бубенчикова В.Н., Логутев С.В., Редькина С. Н.** 195

Изучение полисахаридного и минерального состава Герани кроваво-красной. **Бубенчикова В.Н., Булатникова Ж.А.** 199

Способ определения срока созревания плодов Жимолости синей на основе анализа изменений их биохимического состава. **Белосохов Ф.Г., Белосохова О.А.** 202

Антоцианы плодов шести видов *Amelanchier* sp. **Чулков А.Н., Дейнека В.И., Дейнека Л.А., Степанова А.В.** 208

Влияние глин на микрофлору ротовой полости. **Игишева М.Ю., Дейнека Л.А., Копытов А.А., Борозенцева В.А.** 215

Каротиноиды желтков яиц сельскохозяйственной птицы. **Вострикова С.М., Третьяков М.Ю., Дейнека В.И., Дейнека Л.А., Шапошников А.А.** 218

Исследование супрамолекулярных комплексов хлорогеновых кислот с β-циклодекстрином. **Анисимович И.П., Дейнека В.И., Дейнека Л.А.** 225

Жимолость голубая – сопоставление некоторых свойств плодов, выращенных в Белгороде и в Москве. **Чулков А.Н., Макаревич С.Л., Дейнека В.И., Дейнека Л.А., Сазонов С.А.** 233

Биологически активные вещества плодов рода *Ribes* L. **Шапошник Е.И., Дейнека Л.А., Сорокопудов В.Н., Дейнека В.И., Бурменко Ю.В., Картушинский В.В., Трегубов А.В.** 238

Определение кислотности некоторых плодов, соков и прохладительных напитков. **Анисимович И.П., Отман Р., Дейнека Л.А., Дейнека В.И., Волощенко Л.В.** 249

Возможности спектрофотометрического исследования паст шариковых ручек современных производителей. **Шапошник Е.И., Евтушенко И.Г.** 257

Биологически активные вещества плодов видов рода *Stataegus* L. в условиях Белогорья. **Бакиштов С.А., Сорокопудов В.Н., Навальнева И.А.** 265

Антоцианы плодов черной смородины Москвы и Санкт-Петербурга. **Дейнека Л.А., Анисимович И.П., Шапошник Е.И., Чулков А.Н., Дейнека В.И., Аладина О.Н., Акимова С.В., Фирсов Г.Н., Дейнека Д.В.** 270

Каротиноиды лепестков цветков календулы. **Дейнека В.И., Гостищев И.А., Третьяков М.Ю., Индина И.В.** 276

Сведения об авторах 285

Информация для авторов 288

№9 (104) 2011
Issue 15/2

SCIENTIFIC PEER-REVIEWED JOURNAL

Founded in 1995

The Journal is included into the list of the leading peer-reviewed journals and publications coming out in the Russian Federation that are recommended for publishing key results of the theses for Doktor and Kandidat degree-seekers.

Founder:

Federal state autonomous educational establishment of higher professional education «Belgorod National Research University»

Publisher:

Belgorod National Research University,
Belgorod National Research University Press

The journal is registered in Federal service of control over law compliance in the sphere of mass media and protection of cultural heritage

Certificate of registration of mass media ПИ № ФС 77-21121 May 19, 2005.

EDITORIAL BOARD OF JOURNAL

Editor-in-chief

L.J. Djatchenko,

Rector of Belgorod National Research University, doctor of sociological sciences, Professor

Deputy editor-in-chief

V.V. Sokorev,

Vice-rector for scientific research of Belgorod National Research University, candidate of pedagogical sciences, associate professor

Assistant Editors

V.M. Moskovkin,

Doctor of geographical sciences, Professor of world economy department Belgorod National Research University

E.N. Krolevetskaya,

Candidate of pedagogical sciences, associate professor of Pedagogics department of Belgorod National Research University

EDITORIAL BOARD OF JOURNAL SERIES

Chairman of editorial series

L.J. Djatchenko,

Rector of Belgorod National Research University, doctor of sociological sciences, Professor

Chief editor:

A.V. Prisyi,

Doctor of biological sciences, professor (Belgorod National Research University)

Deputies of chief editor:

O.E. Lebedeva,

Doctor of chemical sciences, professor (Belgorod National Research University)

A.G. Kornilov,

Doctor of geographical sciences, professor

Belgorod State University Scientific Bulletin

Natural sciences

НАУЧНЫЕ ВЕДОМОСТИ

Белгородского государственного университета

Естественные науки

CONTENTS

BIOLOGY

Phyllophages insects and diseases of the trees and shrubs in the collection of the Dendrological Garden Northern Research Institute of Forestry. **Ezhov O.N., Demidova N.A. 5**

Productivity of select form of *Berberis* L. at introduction in the Botanical garden Belgorod National Research University. **Zhilenko V.Yu., Sorokopudov V.N. 11**

Biological features of reproduction of some representatives of sort *ficus* L. in culture in vitro. **Mironova J.V., Sorokopudova O.A. 15**

Adaptive features of the surface of sheet at kinds of sort *Crataegus* L. (*Rosaceae* Juss.). **Rezanova T.A., Baksutov S.A. 20**

Estimation of perspectivity species of subfamily *Sedoideae* Berger (*Crassulaceae* Dc.) in the southwest of Russia. **Orlova O.N., Sorokopudova O.A. 29**

Biological features of some algal genus *Chaenomeles* (Thunb.) Lindl under CHTSR. **Navalneva I.A., Sorokopudov V.N. 35**

Seed efficiency some grades *Ribes rubrum* L. in the condition of the Belgorod region. **Tohtar L.A., Sorokopudov V.N. 41**

On the issue of specific identification of genus *Ribes* L. in Yakutia. **Korobkova T.S. 46**

Mitotic polyploidy of asiatic hybrids of lilies. **Labunskaya N.A., Sorokopudova O.A. 50**

Introduction of pink flowering garden strawberry (*Fragaria* × *Ananassa* Duch.) in Western Siberia. **Kuznetsova L.L., Baturin S.O. 54**

Study of anatomical structure of herb of *Veronica austriaca* L. **Bubenchikova V.N., Kondratova Y.A. 60**

Evaluation of effectiveness of open pollination of honeysuckle promising variety samples. **Belosohov F.G., Belosohova O.A. 64**

Apricot selection on quality of fruits in the conditions of the Belgorod region. **Gavrjushenko E.V. 68**

Adaptive ability of grades of the raspberry on Kamchatka. **Petrusha E.N. 73**

Introduction of the gooseberry for improvement of grades of the Kamchatka edge. **Petrusha E.N. 77**

Study of anatomy of herb *tragopogon orientalis*. **Bubenchikova V.N., Trembalya Ya.S., Prokhorova S.A. 81**

Rreintroduction of some species of *Iris* L. in the Botanical garden of Belgorod State University. **Shevchenko I.V., Chernyavskih V.I., Sorokopudova O.A. 88**

Studying of a gain of corms and other parameters of vegetative efficiency of a gladiolus cultivars. **Kuzichev O.B. 94**

Symbiotic activity of root nodule bacteria of alfalfa varieties and breeding lines under conditions of central Yakutia. **Atlasova L.G. 99**

The bunch formation in *Psathyrostachys caespitosa* (Sukaczhev) Peschkova in the first years of life under conditions of Central Yakutia. **Skobeleva A.A. 103**

Studying of key parameters of vegetative growth of gladiolus cultivars. **Kuzichev O. B. 109**

Flora of woods of some foothill areas of East Caucasus. **Taisumov M.A., Astamirova M.A.-M., Israpilova S.A., Gadaeva T.Z. 114**

Morphological features of the yakut populations of wild strawberry east. **Vasileva E.P., Belevtcova V.I., Sorokopudov V.N. 122**

Responsible secretary:

Yu.N. Kurkina,
Candidate of agricultural sciences, associate professor (Belgorod National Research University)

Members of editorial board:
L.N. Balyatinskaya, Doctor of chemical sciences, professor (Belgorod National Research University)

I.V. Batlutskaya, Doctor of biological sciences, professor (Belgorod National Research University)

A.I. Vezentsev, Doctor of technical sciences, professor (Belgorod National Research University)

Rudiger Wittig, Doctor, professor (I.V. Gete University, Frankfurt-on-Mine)

A.F. Kolchanov, Candidate of biological sciences, professor (Belgorod National Research University)

F.N. Lisetskiy, Doctor of geographical sciences, professor (Belgorod National Research University)

S.V. Lukin, Doctor of geographical sciences, professor (Belgorod National Research University)

A.N. Petin, Doctor of geographical sciences, professor (Belgorod State University)

S.V. Sergeev, Doctor of technical sciences, professor (Belgorod National Research University)

V.N. Sorokopudov, Doctor of agricultural sciences, professor (Belgorod National Research University)

V.K. Tokhtar, Doctor of biological sciences, senior scientific employee (Belgorod National Research University)

M.Z. Fiodorova, Doctor of biological sciences, professor (Belgorod National Research University)

Yu.G. Chendev, Doctor of geographical sciences, professor (Belgorod National Research University)

V.S. Shilova, Doctor of pedagogical sciences, professor (Belgorod National Research University)

Page layout by N.A. Gaponenko
E-mail: prisniy@bsu.edu.ru

Passed for printing 29.07.2011
Format 60×84/8
Typeface Georgia, Impact
Printer's sheets 33,94
Circulation 1000 copies
Order 236

Subscription reference in Rospechat' agency catalogue – 81466

Dummy layout is replicated at Belgorod State University Publishing House
Address: 85, Pobedy str., Belgorod, Russia, 308015

Fragaria orientalis Los. at the introduction depending on areas of selection in the conditions of Yakutia. **Vasileva E.P., Belevtsova V.I.** 127

Morphological specific characters of *Melilotus* Mill. species on the territory of Russia and coincided countries for the genus systematics. **Talovina G.V., Smekalova T.N.** 132

Features micropropagation peas in culture *in vitro*. **Zhuzhzhhalova T.P., Sashchenko M.N.** 139

Adaptive reaction эпидермиса of sheet of kinds of sort Jjuglans to action of high temperatures. **Rezanova T.A. Nazarova N.V.** 144

The anatomic and morphological features of opium poppy *Papaver somniferum* L. and corn poppy *P. rhoeas* L. peduncles. **Semenova E.F., Cheburaeva A.N., Vilkova I.A., Morozkina N.A., Presnyakova E.V.** 155

Working out of the technique of carrying out of tests for distinguishability, uniformity and stability - магонія падуболистная (*Mahonia aquifolium* (Pursh) utt.). **Sorokopudov V. N., Zhidkyh O.U., Sorokopudova O. A.** 158

Analysis of crop wild relatives in flora of the luga area from Leningrad region. **Smekalova T.N., Shipilina L.J.** 168

Specific features of crop wild relatives *in situ* conservation strategy for *Melilotus* L. species on the territory of Russia. **Smekalova T.N., Talovina G.V.** 173

History of level of scrutiny skalno-osypnoj of flora and vegetation of the verkhnealpijsky belt of east Caucasus. **Astamirova M.A.-M., Abdurzakova A.C., Magomadova R.S., Umaeva A.M., Omarhadzhieva F.S., Hasueva V.A., Dudagova E.Sh., Shahgirieva Z.I.** 178

CHEMISTRY

Composition and expectorant activity of water-soluble polysaccharide complexes of inula salicina. **Bubenchikova V.N., Azarova A.V.** 188

Spectrophotometric method of flavonoid content in *Viola odorata* L. **Bubenchikov R.A.** 191

Standartization of *lapsana communis* L. herb by content of polysaccharide complexes. **Bubenchikova V.N., Logutev S.V., Redkina S.N.** 195

Study of polysaccharide and macro- and microelement composition of herb of *Geranium sanguineum*. **Bubenchikova V.N., Bulatnicova Zh.A.** 199

Method of determining of honeysuckle ripening based on analysis of changes in biochemical composition. **Belosohov F.G., Belosohova O.A.** 202

Anthocyanins of six species amelanchier fruits. **Chulkov A.N., Deineka V.I., Deineka L.A., Stepanova A.V.** 208

Clay influence upon oral cavity microflora. **Igisheva M.Yu., Deineka L.A., Kopytov A.A., Borozentzeva V.A.** 215

Carotenoids of poultry eggs yolk. **Vostrikova S.M., Tret'jakov M.Yu., Deineka V.I., Deineka L.A., Shaposhnikov A.A.** 218

Investigation of supramolecular complexes of chlorogenic acids with β-cyclodextrin. **Anisimovich I.P., Deineka V.I., Deineka L.A.** 225

Blue honeysuckle – comparison of some fruit properties grown in Belgorod and Moscow. **Chulkov A.N., Makarevitch S.L., Deineka V.I., Deineka L.A., Sazonov S.A.** 233

Biologically active substances of *Ribes* fruits. **Shaposhnik E.I., Deineka L.A., Sorokopudov V.N., Deineka V.I., Burmenko J.V., Kartuchynski V.V., Tregubov A.V.** 238

Determination of some fruits, juices and beverages acidity. **Anisimovich I.P., Othman R.S., Deineka L.A., Deineka V.I., Voloshenko L.V.** 249

Possibilities of spectrophotometry research of ballpoint pen inks of modern manufacturers. **Shaposhnik E.I., Evtushenko I.G.** 257

Contents bas fruits some species of representatives *Crataegus* L. in the conditions of the Belgorod area. **Bakshutov S.A., Sorokopudov V.N., Navalneva I.A.** 265

Fruit anthocyanins of Moscow and St. Peterbourg blackcurrants. **Deineka L.A., Anisimovich I.P., Shaposhnik E.I., Chulkov A.N., Deineka V.I., Aladina O.N., Akimova S.V., Firsov G.N., Deineka D.V.** 270

Carotenoids of calendula flowers petals. **Deineka V.I., Gostyshchev I.A., Tret'jakov M.Yu., Indina I.V.** 276

Information about Authors 285

Information for Authors 288



БИОЛОГИЯ

УДК 632:631.963 (470.11)

НАСЕКОМЫЕ ФИЛОФАГИ И БОЛЕЗНИ ДЕРЕВЬЕВ И КУСТАРНИКОВ КОЛЛЕКЦИИ ДЕНДРОСАДА ФГУ «СЕВНИИЛХ»

О.Н. Ежов¹
Н.А. Демидова²

¹ Учреждение Российской академии наук Институт экологических проблем Севера УрО РАН, 163000, Архангельск, наб. Северной Двины, 23.

e-mail: olegezhik@gmail.com

² Федеральное государственное учреждение «Северный научно-исследовательский институт лесного хозяйства», 163062, Архангельск, ул. Никитова, 13.

e-mail: forestry@ptl-arh.ru

В статье приводится список основных видов вредителей и болезней интродуцированных деревьев и кустарников коллекции дендрологического сада Федерального государственного учреждения «Северный научно-исследовательский институт лесного хозяйства» (г. Архангельск) за период наблюдений с 2004 по 2010 гг. Определены устойчивые виды, сроки появления вредителей и болезней и особенности их распространения в коллекции. Это позволит в дальнейшем разработать мероприятия по их защите и создать устойчивые и высокодекоративные зеленые насаждения в городах и поселках Архангельской области. Представлен список дереворазрушающих грибов и проведен эколого-ценотический анализ.

Ключевые слова: интродуцированные деревья и кустарники, насекомые-филофаги, болезни, дереворазрушающие грибы.

Введение

Дендрологический сад федерального государственного учреждения «Северный научно-исследовательский институт лесного хозяйства» (ФГУ «СевНИИЛХ») был организован 29 июля 1960 года по инициативе академика ВАСХНИЛ Ивана Степановича Мелехова. Дендросад расположен вблизи г. Архангельска (64° 33' с.ш. 39° 40' в.д.). Формирование коллекции древесных растений было начато в 1969 году. На сегодняшний день коллекция деревьев и кустарников насчитывается около 646 таксонов 595 видов 73 родов 29 семейств. Они представлены более 1100 образцами (около 6400 растений) различного географического происхождения (Европа, Сибирь, Дальний Восток, Средняя Азия, Северная Америка).

Наиболее представленными являются такие рода, как жимолость (*Lonicera*) 51 вид, роза (*Rosa*) 48 видов и боярышник (*Crataegus*) 37 видов [1].

Цели и задачи исследования. Определить основных насекомых-филофагов и болезни интродуцентов коллекции дендросада ФГУ «СевНИИЛХ». Для разработки системы профилактических мероприятий выявить устойчивые виды внутри наиболее представленных родов деревьев и кустарников к повреждениям и сроки их появления. Составить список грибов, разрушителей древесины и провести эколого-ценотический анализ.

Методы исследования

Выявление видового состава насекомых-филофагов и болезней проводилось с использованием стационарных методов, определителей и справочной литературы [2, 3, 4, 5]. Обследования проводились с момента массового распускания листвы до второй половины сентября в период с 2004 по 2010 гг. За рассматриваемый период имелись различия в погодных условиях.



Результаты и их обсуждение

Значительная часть деревьев и кустарников за весь период наблюдений не имела признаков повреждений насекомыми-филофагами и болезнями или повреждалась единично. Список видов достаточно обширен и их в первую очередь, необходимо использовать при создании долговечных, высокодекоративных и устойчивых зеленых насаждений. Это ряд видов родов бересклет (*Euonymus* L.), бузина (*Sambucus* L.), дерен (*Cornus* L.), пузыреплодник (*Physocarpus* Maxim.), рябинник (*Sorbaria* A. Br.), таволга (*Spiraea* L.), ясень (*Fraxinus* L.), жимолость покрывальная (*Lonicera involucrate* Spreng.), калина гордовина (*Viburnum lantana* L.), ель колючая (*Picea pungens* Engelm.) и обыкновенная (*P. abies*), курильский чай кустарниковый (*Dasiphora fruticosa* (L.) Rydb.), лещина (*Corylus avellana* L.), лох серебристый (*Elaeagnus argentea* Pursh.), сосна кедровая стланиковая (*Pinus pumila* (Pall.), туя западная (*Thuja occidentalis* L.), черемуха Маака (*Padus maackii* Kom), хеномелес (*Chaenomeles* Lindl.) и ряд других.

Среди грибных заболеваний листьев у деревьев и кустарников следует отметить поражения мучнисторосяными грибами (табл. 1). Признаки заболевания появляются во второй половине июня, а интенсивность повреждений зависит от погодных условий данного года (на дубе в 2004 и 2010 гг.). Это заболевание ежегодно отмечалось только на акациях. В отличие от дендрария Северного (арктического) федерального университета С(А)ФУ (ранее АГТУ) [6] на территории дендросада ФГУ «СевНИИЛХ» это заболевание не было отмечено на бузине.

Таблица 1

Видовой состав насекомых-филофагов и болезней интродуцентов дендросада ФГУ «СевНИИЛХ»

Наименование растения	Наименование болезни или вредителя
Акация*	Мучнистая роса (<i>Microsphaera palczewski</i> Jacz.)
Барбарис*	Ржавчина (<i>Puccinia graminis</i> Pers.)
Боярышник*	Боярышниковая кругомирующая моль (<i>Cemiosstoma scitella</i> L.), боярышница (<i>Aporia crataegi</i> L.), красно-коричневая пятнистость (<i>Phyllosticta Michalowskoensis</i> Elenk. et Ohl.)
Вяз гладкий	Осоко-вязовая тля (<i>Colopha compressa</i> Koch.), вязовый мешетчатый клещик (<i>Eriophyes brevipunctatus</i> Nal.)
Вяз шершавый	Осоко-вязовая тля (<i>Colopha compressa</i> Koch.); смородино-вязовая тля (<i>Eriosoma ulmi</i> L.),
Дуб*	Мучнистая роса (<i>Microsphaera alphitoides</i> Griff. et Maubl.)
Жимолость*	Жимолостная мушка (<i>Phytagromyza xylostei</i> R. D.), злаково-жимолостная тля (<i>Phopalosiphum lonicerae</i> Sieb.)
Жимолость татарская	Верхушечная жимолостная тля (<i>Hyadaphis tataricae</i> Aizend)
Ирга*	Совка-лишайница (<i>Daseocheta (Diptera) alpium</i> Osbek.)
Ива*	Мучнистая роса (<i>Podosphaera schlehtendalii</i> Lev., <i>Uncinula salicis</i> D. C.), ивовый листоед или осиновый синий листоед (<i>Phyllodecta vitellinae</i> L. или <i>Ph. vulgatissima</i> L)
Калина*	Калиновая тля (<i>Aphis viburnorum</i> F.)
Клен полевой	Черная точечная пятнистость (<i>Rhytisma punctatum</i> (Pers.) Fr.)
Липа*	Кремевая пятнистость (<i>Gloesporium tiliae</i> Oud.), липовый войлочный клещик (<i>Eriophyes tiliae</i> var. <i>Liosoma</i> Nal.)
Лиственница*	Лиственничная чехликовая моль (<i>Coleophora laricella</i> Hb.), ржавчина хвой (<i>Melampsora laricis-populina</i> Kleb., <i>Melampsorium betulae</i> (Schum.) Arth.)
Ольха*	Ольховый минирующий пилильщик (<i>Phyllotoma vagans</i> Cl.), ольховый булаво-видный клещик (<i>Eriophyes laevis Inangulis</i> Nal.), щитовка европейская ивовая (серая) (<i>Chionaspis salicis</i> L.)
Роза*	Пчела-листорез (<i>Megachile centuncularis</i> L.), розанный бородавчатый пилильщик (<i>Blennocampa pusilla</i> Kl.), розанная орехотворка (<i>Phodites rosarium</i> Gir.)
Рябина*	Рябиновый краевой клещик (<i>Eriophyes goniothorax sorbeus</i> Nal.), ржавчина листьев (<i>Gymnosporangium orbiculatum</i> (Desm.) Thum.), серая рябиновая тля (<i>Dentatus sorbi</i> Kait)



Пихта*	Елово-пихтовый хермес (<i>Dreyfusia nordmanniana</i> Eckst.)
Сосна кедровая сибирская	Сибирский хермес (<i>Pines sibiricus</i> Cholodk.)
Смородина*	Мучнистая роса (<i>Sphaerotheca mors-uvae</i> (Schwein.) Berk. et M.A. Curtis**)
Сирень *	Сиреневая моль (<i>Xanthospilapteryx syringella</i> F.)
Тополь*	Ржавчина листьев (<i>Melampsora laricis-populina</i> Kleb.), осиновый и тополевый листоед (<i>Melasoma tremulae</i> L., <i>M. populi</i> L.)
Черемуха*	Злаково-черемуховая тля (<i>Siphonaphis padi</i> L.), черемуховая горностаевая моль (<i>Hyponomeuta evonymella</i> L), яблоневая минирующая моль <i>Lyonetia clerckella</i> L., черемуховый галловый клещик <i>Eriophyes padi</i> Nal., ржавчина листьев <i>Leucotelium padi</i> Tranz.
Яблоня*	Парша (<i>Venturia inaequalis</i> (Cooke) Wint.)

Примечание: * – древесная порода не определялась до вида;

** – данные согласно [7].

Кроме этого, ежегодно отмечаются повреждения ржавчинными грибами листьев большинства видов рябин и части видов барбарисов. Более интенсивно повреждались листья следующих видов барбариса (*Berberis*): обыкновенный форма-пурпурная (*B. vulgaris* f. “*Atropurpurea*” Rgl., цельнокрайний (*B. integerrima* Bunge, кругомпильчатый (*B. circumserrata* Schneid.), остистый (*B. aristata* DC.), Пуарэ (*B. Poirerii* C.K. Schneid., дазистахия (*B. dasystachya* Maxim.), Франциско-Фердинанда (*B. Francisci-ferdinandii* Schneid.) и рыхлоцветковый (*B. laxiflora* Schrad.) и ряд других. Очевидно, существует определённая устойчивость некоторых видов рода барбарис. Более существенно повреждение данного рода в сравнении с дендрарием АГТУ (С(А)ФУ) [6] видимо связано как с характером расположения коллекции (в зеленой лесной зоне города), так и отсутствием уходов (уборка злаков – являющихся промежуточными хозяевами). По этой же причине ежегодно и в сильной степени повреждаются листья рябины. Наиболее сильно повреждаются виды рябины двуцветной (*Sorbus discolor* (Maxim) Hedl.) и обыкновенной (*S. aucuparia* L.) и ряда других. Устойчивым видом является рябина бузинолистная (*S. sambucifolia* (Cham. et Schlttd.) m.Roem.). Листья черемухи повреждались в незначительной степени.

Другие грибные заболевания имеют менее широкую представленность и меньшую степень повреждаемости: на ряде видов рода яблоня отмечена парша (*Venturia inaequalis* (Cooke) Wint.), на боярышнике – красно-коричневая пятнистость (*Phyllosticta Michalowskoensis* Elenk. et Ohl., на клене полевом – черная точечная пятнистость (*Rhytisma punctatum* (Pers.) Fr.), на липе – кремевая пятнистость (*Gloesporium tiliae* Oud.).

Группа вредителей представлена семействами *Agromyzidae* (минирующие мушки), *Coleophoridae* (чехликовые моли), *Gracilariidae* (моли-пестрянки), *Tenthredinidae* (пилильщики), *Eriophyidae* (растительные клещи), *Lyonetiidae* (минирующие моли), *Chrysomelidae* (листоеды), *Megachilidae* (пчелы-листорезы), которые чаще всего вызывают повреждения – объедание, скелетирование, образования галлов и ряд других.

Все отмеченные насекомые-филофаги на территории дендросада имеют незначительную встречаемость и не приносят существенного вреда состоянию деревьев и кустарников.

Существенный вред деревьям сосны кедровой сибирской причинял сибирский хермес (*Pines sibiricus* Cholodk.), который приводил к усыханию отдельных деревьев.

Основными вредителями, получившими распространение в июне-июле, были различные виды тлей. Из болезней в конце июня – начале июля появились ржавчина и парша листьев.

Из грибов разрушителей древесины наиболее существенное распространение имеют сапрофиты. Они отмечались на толстых отмерших ветвях и сучьях (табл.2).

По сравнению с данными по дендрарию АГТУ (С(А)ФУ) [6] количество поврежденных дереворазрушающими грибами древесных пород и количество видов гри-



бов несколько меньше, что связано с более молодым возрастом посадок, представленных в коллекции дендросада. Наличие достаточно большого количества видов грибов в первую очередь свидетельствует об отсутствии санитарной обрезки отмерших ветвей, а также о старении насаждений.

Таблица 2

Список видов дереворазрушающих грибов в зависимости от вида

Виды дереворазрушающих грибов	Древесная порода
<i>Athelia fibulata</i> M.P. Christ.	Дуб*
<i>Basidioradulum crustosum</i> (Pers.) Zmitr., Malysheva et Spirin	Рябина*, боярышник*
<i>Basidioradulum radula</i> ** (Fr.) Nobles	Калина*, ольха*, рябина*
<i>Bjerkandera adusta</i> ** (Willd.: Fr.) P. Karst.	Рябина*
<i>Byssomerulius corium</i> (Fr.) Parmasto	Клен ясенелистный
<i>Cerrena unicolor</i> ** (Bull.) Murrill	Клен ясенелистный и к. полевой
<i>Chondrostereum purpureum</i> ** (Pers.) Pouzar	Береза*, боярышник*, яблоня*
<i>Coniophora arida</i> (Fr.) P. Karst.	Облепиха*
<i>Cylindrobasidium leave</i> (Pers.) Chamuris	Клен желтый, ясенелистный, вяз мелколиственный
<i>Daedaleopsis confragosa</i> (Bolton) J. Schröt.	Рябина*
<i>Exidia glandulosa</i> (Bull.) Fr.	Клен ясенелистный, рябина*
<i>Inonotus radiatus</i> (Sowerby) P. Karst.	Дуб*
<i>Hyphoderma cremeoalbum</i> (Höhn. et Litsch.) Jülich	Боярышник*
<i>Hyphodontia sambuci</i> (Pers.) J. Erikss	Клен ясенелистный, рябина*, смородина*
<i>Hypochnicium bombycinum</i> (Sommerf.) J. Erikss.	Клен полевой, облепиха*
<i>Nectria cinnabarina</i> (Tode) Fr.	Вязы гладкий, мелколиственный и шершавый, ирга*, клены ясенелистный, полевой и остролистный
<i>Peniophora incarnata</i> (Pers.) P. Karst.	Клены остролистный и полевой
<i>Merulius tremellosus</i> Schrad.	Береза*
<i>P. nuda</i> (Fr.) Bres.	Липа*
<i>Phellinus conchatus</i> (Pers.) Quél.	Боярышник*, жимолость*, жостер*, калина*, клен полевой, рябина*
<i>Ph igniarius</i> (L.) Quél.	Вяз мелколиственный
<i>Рycnoporellus fulgens</i> (Fr.) Donk	Рябина*
<i>Pseudochaete tabacina</i> (Sowerby) T. Wagner et M. Fisch.	Дуб*, рябина*
<i>Radulomyces confluens</i> (Fr.) M.P. Christ	Дуб*
<i>Trametes hirsuta</i> ** (Wulfen) Lloyd	Жимолость*
<i>Vuilleminia comedens</i> (Nees) Maire	Липа*

Примечание: * – древесная порода не определялась до вида;

** – виды, характерные для антропогенно нарушенных территорий.

Среди дереворазрушающих грибов преобладают виды с мультирегиональным ареалом, которые представляют мультизональный географический элемент. Количество видов с другими типами ареалов (палеарктический и голарктический) незначительно (табл. 3), что указывает на незначительную специфичность видов. Кроме этого преобладают однолетние (37,5%) и однолетние зимующие (45,8%) виды. Грибы, вызывающие белую гниль, разрушающие лигнин древесины, составляют 100%. Приуроченность к месту обитания по степени увлажнения выражена достаточно четко – преобладают мезофильные виды – 59%, доля ксерофильных – 32%, гигрофильных видов – 9%. Несколько меньший процент ксерофильных видов и наличие гигрофильных (по сравнению с дендрарием АГТУ (С(А)ФУ)) можно объяснить расположением дендросада в зеленой зоне города и более благоприятной экологической обстановке.



новкой. Преобладают виды с мономитической гифальной системой (77,4%), такое распределение видов, характерно и для других зеленых насаждений [8].

Таблица 3

Распределение дереворазрушающих грибов по долготно-региональному градиенту, %

Географические элементы	Типы ареалов				Всего
	Е	РА	Н	MR	
Бореальный	4.8	0	0	0	4.8
Неморальный	0	0	0	0	0
Мультизональный	0	9.5	9.5	76.2	95.2
Всего	4.8	9.5	9.5	76.2	100

Примечание. Типы ареалов: РА – палеарктический, Н – голарктический, MR – мультирегиональный, Е – европейский.

Наиболее широко распространенными видами дереворазрушающих грибов являются: *Chondrostereum purpureum*, *Cylindrobasidium leave*, *Exidia glandulosa*, *Hypochnicium bombycinu*, *Nectria cinnabarina*, *Peniophora incarnata*, *Phellinus conchatus*. Большая часть из них являются видами, характерными для антропогенно нарушенных экосистем.

Заключение

Биоразнообразие насекомых-филофагов и болезней древесных интродуцентов в коллекции дендросада ФГУ «СевНИИЛХ» невелико, местные эпифитотии встречаются редко. Наиболее часто нами отмечены: ржавчина, нектриевый рак, минирование и образование галлов. Выявлен ряд видов, которые не имели признаков повреждения вредителями и болезнями. В целом, коллекцию интродуцентов дендросада ФГУ «СевНИИЛХ» можно считать здоровой. При сравнении с аналогичной коллекцией дендрария АГТУ (С(А)ФУ) [6] можно заметить, что здесь меньший перечень видов болезней и вредителей, меньшая интенсивность и обилие их для большинства деревьев и кустарников. Исключение составляют болезни типа «ржавчина», отмеченные на листьях барбарисов и рябин. Это, в первую очередь, связано с особенностями расположения дендросада – в лесной зеленой зоне города (присутствие промежуточных хозяев для ржавчинных болезней, меньшее антропогенное загрязнение территории); во-вторых, возраст деревьев и кустарников (более молодые в сравнении с дендрарием АГТУ (С(А)ФУ)); в-третьих, характер размещения деревьев и кустарников в коллекции (в характерных местообитаниях с достаточными площадями для питания и роста).

Полученные данные можно будет использовать для мониторинга состояния насаждений, создания высоко декоративных и устойчивых зелёных насаждений, а также для планирования проведения санитарных мероприятий.

Для профилактики и борьбы с болезнями и вредителями рекомендуется использовать ряд препаратов: для борьбы с мучнистой росой – «Топаз», «Иммуноцитофит», для барбарисов и рябин – удаление промежуточных хозяев (злаков).

Авторы выражает благодарность сотрудникам дендросада ФГУ «СевНИИЛХ» за помощь в сборе полевого материала.

Список литературы

1. Дендрологический сад Северного научно-исследовательского института лесного хозяйства /П.Р. Тихонов, Н.А. Демидова, Н.Д. Кондратьева, Т.М. Дуркина; ФГУ «СевНИИЛХ». – Архангельск: ОАО «Правда Севера», 2006. – 20 с.
2. Бондарцева М.А. Определитель грибов России. Порядок афиллофоровые; Вып. 2: Семейства альбатрелловые, апорпиевые, болетопсиевые, бондарцевиевые, ганодермовые, кортициевые (виды с порообразным гименофором), лахнокладиевые (виды с трубчатым ги-



менофором), полипоровые (роды с трубчатым гименофором), пориевые, ригидопоровые, феоловые, фистулиновые. СПб.: Наука, 1998. 391 с.

3. Гусев В.И., Римский-Корсаков М.Н. Определитель повреждений лесных и декоративных деревьев и кустарников Европейской части СССР. – М: Гослесбумиздат, 1951. – 580 с.

4. Гусев В.И. Определитель повреждений лесных, декоративных и плодовых деревьев и кустарников. М.: «Лесная промышленность», 1984. – 472 с.

5. Купревич В.Ф., Ульянищев В.И. Определитель ржавчинных грибов СССР. Часть I Сем. *Melampsoraceae* и некоторые роды сем. *Pucciniaceae*. Минск: «Наука и техника», 1975. – 336 с.

6. Ежов О.Н., Бурак С.В. Вредители и болезни древесно-кустарниковой растительности дендрария Архангельского государственного технического университета // Вестник защиты растений, 2010. – №2. – С.50-54.

7. Древесные растения дендрологического сада АИЛиЛХ /Нилов В.Н. – Архангельск, 1990. – 86 с.

8. Змитрович И.В. Распространение афиллофороидных грибов на территории Санкт-Петербурга // Микология и фитопатология. 1997. – Т. 31, Вып. 1. – С. 19–27.

PHYLLOPHAGES INSECTS AND DISEASES OF THE TREES AND SHRUBS IN THE COLLECTION OF THE DENDROLOGICAL GARDEN NORTHERN RESEARCH INSTITUTE OF FORESTRY

O.N. Ezhov¹

N.A. Demidova²

¹ *Institute of Ecology Problems in the North Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 163000, Arkhangelsk, Severnaya Dvina Embankment, 23.*

e-mail: olegezhik@gmail.com

² *Federal State Institution "Northern Research Institute of Forestry", 163062, Arkhangelsk, Nikitov St., 13,*

e-mail: forestry@ptl-arh.ru

The article lists the main pests and diseases species of introduced trees and shrubs in the Dendrological Garden Northern Research Institute of Forestry (Arkhangelsk City) for the period of observation from 2004 to 2010. Resistant species, timing of pests and diseases, peculiarities of their prevalent in the collection are identified. That will permit to develop measures for protection and to create sustainable and highly decorative greenery in cities and settlements of Arkhangelsk Region. The list of wood-destroying fungi is presented and coeno-environmental analysis is conducted.

Key words: introduced tree and shrub species, phyllophages insects, diseases, wood-destroying fungi.

УДК 631.55:634.746:378.4 (470.325)095

УРОЖАЙНОСТЬ ОТБОРНЫХ ФОРМ *BERBERIS* L. ПРИ ИНТРОДУКЦИИ В БОТАНИЧЕСКОМ САДУ БЕЛГОРОДСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО НАЦИОНАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

В.Ю. Жиленко
В.Н. Сорокопудов

Белгородский государственный
национальный исследовательский
университет, г. Белгород,
ул. Победы, 85

e-mail: zhilenko@bsu.edu.ru,
sorokopudov@bsu.edu.ru

Среди популяций рода *Berberis* L., выделены перспективные формы: *B. koreana* форма 1-1, *B. vulgaris* форма 4-1, *B. heteropoda* форма 6-1, *B. vulgaris f atropurpurea* форма 8-8, *B. cretica* форма 9-1 и *B. dielsiana* форма 10-7.

Ключевые слова: виды барбариса, масса плода, урожайность, отборные формы.

Введение

Барбарис - многолетняя, ягодная, лекарственная и декоративная культура семейства *Berberidaceae* Juss. рода *Berberis* L. Барбарис - хороший медонос, плоды барбариса широко используются в пищевой промышленности производства соков, пюре, купажирования со слабокислым сырьем, а также для маринадов и приправ [1, 2, 3].

Урожай плодов зависит от видовых особенностей, возраста, условий произрастания. В естественных условиях произрастания, средний урожай с куста барбариса составляет около 0,2 - 0,6 кг, с продуктивных культурных форм собирают 3- 5 кг и более с куста. Взрослый куст может дать свыше 10 кг плодов [3, 4, 5].

Объекты и методы исследования

Объектами исследования явились формы видов рода барбарис: *B. koreana*: 1-1, 1-2, 1-3, 1-4, 1-5, 1-6, 1-7, 1-8, 1-9; *B. vulgaris*: 4-1, 4-2, 4-3, 4-4, 4-5, 4-6, 4-7, 4-8, 4-9; *B. heteropoda*: 6-1, 6-2; *B. vulgaris f atropurpurea*: 8-1, 8-2, 8-3, 8-4, 8-5, 8-6, 8-7, 8-8 и 8-9; *B. cretica*: 9-1, 9-2, 9-3; *B. dielsiana*: 10-1, 10-2, 10-3, 10-4, 10-5, 10-6, 10-7, 10-8 и 10-9. Наблюдения за урожайностью проводили 3 года (2008-2010г.г). Урожайность определяли по «Программе и методике сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур (1999)» [4].

Результаты и их обсуждение

Изучена урожайность съедобных видов барбариса за 2008-2010 гг., интродуцированных в Ботаническом саду. Были отмечены перспективные формы по данному признаку, для последующей селекции и выращивания на фермерских и приусадебных участках (табл. 1).

Таблица 1

Урожайность форм съедобных видов рода *Berberis* L.

№ п/п	Форма	Год	Урожайность		Масса ягоды, г			Коэффициент вариации, V, %
			кг/куст	т/га	средняя	пределы	максимальная	
<i>B. koreana</i>								
1	1-1	2008	1,5	3,3	0,16±0,02	0,14-0,18	0,27	9,3%
		2009	1,3	2,8	0,17±0,02	0,12-0,22	0,29	17,6%
		2010	0,9	1,9	0,21±0,03	0,14-0,27	0,28	26,6%
2	1-2	2008	0,8	1,8	0,20±0,20	0,15-0,20	0,22	11,1%
		2009	0,7	1,5	0,19±0,02	0,12-0,24	0,25	1,5%
		2010	0,6	1,3	0,17±0,01	0,13-0,19	0,26	20,3%



3	1-3	2008	0,5	1,1	0,16±0,02	0,14-0,22	0,24	18,8%
		2009	0,6	1,3	0,17±0,01	0,15-0,20	0,22	10,5%
		2010	0,5	1,1	0,14±0,03	0,10-0,20	0,21	13,0%
4	1-4	2008	0,4	0,8	0,17±0,02	0,13-0,25	0,26	13,3%
		2009	0,5	1,1	0,17±0,02	0,13-0,20	0,21	10,0%
		2010	0,4	0,8	0,17±0,01	0,2-0,18	0,19	6,7%
5	1-5	2008	0,3	0,6	0,07±0,03	0,04-0,20	0,21	16,0%
		2009	0,3	0,5	0,19±0,01	0,15-0,22	0,28	14,2%
		2010	0,2	0,4	0,18±0,01	0,15-0,21	0,22	13,6%
6	1-6	2008	0,3	0,6	0,15±0,01	0,14-0,18	0,23	10,6%
		2009	0,2	0,5	0,16±0,01	0,12-0,19	0,25	12,5%
		2010	0,1	0,2	0,14±0,01	0,11-0,16	0,17	16,6%
7	1-7	2008	0,2	0,5	0,15±0,01	0,13-0,18	0,31	13,5%
		2009	0,2	0,3	0,18±0,03	0,08-0,23	0,27	33,3%
		2010	0,1	0,2	0,16±0,01	0,14-0,17	0,18	12,8%
8	1-8	2008	0,2	0,5	0,16±0,01	0,12-0,18	0,24	13,3%
		2009	0,1	0,3	0,2±0,01	0,17-0,20	0,23	16,0%
		2010	0,1	0,2	0,2±0,02	0,17-0,23	0,25	15,0%
9	1-9	2008	0,2	0,4	0,18±0,05	0,16-0,18	0,19	9,2%
		2009	0,1	0,3	0,22±0,02	0,18-0,22	0,28	16,8%
		2010	0,1	0,2	0,17±0,03	0,14-0,22	0,23	28,8%
<i>B.vulgaris</i>								
10	4-1	2008	3,5	7,7	0,18±0,05	0,12-0,27	0,32	44,0%
		2009	3,2	7,1	0,26±0,03	0,22-0,32	0,33	19,2%
		2010	3,1	6,8	0,26±0,04	0,19-0,30	0,35	23,1%
11	4-2	2008	2,5	5,5	0,20±0,03	0,12-0,20	0,27	34,0%
		2009	2,4	5,3	0,10±0,02	0,08-0,13	0,17	26,0%
		2010	2,2	4,8	0,11±0,01	0,09-0,13	0,15	18,1%
12	4-3	2008	2,6	5,7	0,18±0,05	0,12-0,19	0,27	44,4%
		2009	2,4	5,3	0,15±0,01	0,14-0,15	0,16	4,8%
		2010	2,3	5,1	0,13±0,01	0,12-0,14	0,18	7,6%
13	4-4	2008	2,1	4,6	0,21±0,03	0,14-0,23	0,27	27,5%
		2009	2,0	4,4	0,21±0,02	0,15-0,27	0,28	23,8%
		2010	1,9	4,2	0,29±0,03	0,25-0,29	0,30	15,5%
14	4-5	2008	2,9	6,4	0,20±0,05	0,18-0,26	0,27	28,0%
		2009	2,8	6,2	0,24±0,03	0,18-0,27	0,28	22,9%
		2010	2,7	5,9	0,13±0,01	0,11-0,14	0,16	12,5%
15	4-6	2008	1,9	4,2	0,14±0,01	0,13-0,15	0,17	7,1%
		2009	1,6	3,5	0,19±0,01	0,17-0,21	0,24	10,7%
		2010	1,5	3,3	0,21±0,01	0,19-0,22	0,29	8,4%
17	4-7	2008	2,0	4,4	0,16±0,01	0,15-0,17	0,18	6,3%
		2009	1,7	3,7	0,14±0,01	0,14-0,15	0,20	4,0%
		2010	1,6	3,5	0,15±0,01	0,14-0,15	0,19	2,4%
18	4-8	2008	2,4	5,3	0,21±0,01	0,20-0,22	0,23	4,7%
		2009	2,3	5,1	0,21±0,01	0,20-0,23	0,24	7,1%
		2010	2,2	4,8	0,25±0,02	0,22-0,28	0,29	12%
<i>B.vulgaris</i>								
19	4-9	2008	1,9	4,2	0,15±0	0,15-0,18	0,19	0%
		2009	1,7	3,7	0,15±0,01	0,14-0,15	0,20	4,0%
		2010	1,6	3,5	0,16±0,01	0,14-0,16	0,18	4,0%
<i>B. heteropoda</i>								
20	6-1	2008	1,9	4,2	0,04±0,08	0,04-0,05	0,06	8,0%
		2009	2,0	4,4	0,12±0	0,07-0,10	0,19	16,6%
		2010	3,1	6,8	0,09±0,01	0,08-0,16	0,18	29,1%
21	6-2	2008	1,7	3,7	0,05±0,01	0,02-0,07	0,08	15,0%
		2009	1,8	3,9	0,09±0,01	0,11-0,12	0,13	0%
		2010	2,9	4,6	0,12±0,02	0,09-0,11	0,14	8,5%
<i>B.vulgaris fatropurpurea</i>								
22	8-1	2008	1,7	3,7	0,07±0,01	0,06-0,07	0,08	8,6%
		2009	1,5	3,3	0,05±0,01	0,04-0,05	0,07	15,5%
		2010	1,6	3,5	0,05±0,01	0,04-0,05	0,09	12,6%
23	8-2	2008	2,0	4,4	0,2±0,03	0,12-0,27	0,28	30%
		2009	1,7	3,7	0,1±0,01	0,13-0,16	0,20	14,3%
		2010	1,6	3,5	0,29±0,03	0,25-0,30	0,34	15,2%



24.	8-3	2008	1,5	3,3	0,18±0,02	0,16-0,24	0,19	9,4%
		2009	1,4	3,1	0,19±0,04	0,12-0,27	0,30	39,4%
		2010	1,3	2,8	0,14±0,02	0,12-0,18	0,19	0,9%
25	8-4	2008	1,7	3,6	0,19±0	0,19-0,24	0,25	0%
		2009	1,5	3,3	0,18±0,05	0,13-0,27	0,28	23,3%
		2010	1,4	3,1	0,13±0,02	0,10-0,15	0,20	30,0%
26	8-5	2008	1,4	2,9	0,05±0,01	0,04-0,05	0,07	12,4%
		2009	1,2	2,7	0,09±0,03	0,06-0,11	0,12	31,2%
		2010	1,2	2,5	0,08±0,02	0,06-0,11	0,13	32,9%
27	8-6	2008	1,1	2,4	0,03±0,01	0,01-0,05	0,06	36,5%
		2009	1,0	2,2	0,05±0	0,05-0,06	0,07	0%
		2010	0,9	1,9	0,03±0,01	0,01-0,05	0,08	36,7%
28	8-7	2008	1,3	2,8	0,08±0,01	0,07-0,08	0,09	9,3%
		2009	1,2	2,6	0,07±0,01	0,06-0,08	0,10	7,1%
		2010	1,1	2,4	0,08±0,01	0,07-0,08	0,09	8,8%
29	8-8	2008	2,2	4,8	0,16±0,01	0,13-0,19	0,20	15,9%
		2009	2,1	4,6	0,17±0,03	0,12-0,27	0,30	35,2%
		2010	2,0	4,4	0,30±0,03	0,20-0,30	0,31	15,5%
30	8-9	2008	1,4	3,1	0,08±0,01	0,06-0,08	0,09	20,1%
		2009	1,2	2,7	0,06±0,01	0,05-0,06	0,07	12,7%
		2010	1,1	2,4	0,06±0,06	0,05-0,07	0,09	16,6%
<i>B. cretica</i>								
31	9-1	2008	0,5	1,1	0,12±0,01	0,09-0,14	0,16	15,8%
		2009	0,4	0,8	0,14±0,01	0,12-0,17	0,18	13,9%
		2010	0,3	0,6	0,20±0,02	0,13-0,21	0,22	23,6%
32	9-2	2008	0,2	0,4	0,12±0,02	0,03-0,17	0,18	24,5%
		2009	0,1	0,2	0,13±0,01	0,12-0,14	0,15	7,7%
		2010	0,09	0,2	0,12±0,01	0,10-0,20	0,21	16,6%
33	9-3	2008	0,1	0,2	0,12±0,02	0,09-0,10	0,14	21,6%
		2009	0,06	0,1	0,13±0,01	0,12-0,13	0,15	4,4%
		2010	0,05	0,1	0,14±0,02	0,08-0,15	0,20	38,5%
<i>B. dielsiana</i>								
34	10-1	2008	2,5	5,5	0,08±0,01	0,05-0,13	0,15	36,6%
		2009	2,3	5,1	0,09±0,02	0,05-0,18	0,18	56,1%
		2010	2,1	4,6	0,14±0,02	0,08-0,18	0,19	34,5%
35	10-2	2008	2,0	4,4	0,19±0,01	0,17-0,21	0,23	12,1%
		2009	1,9	4,2	0,14±0,03	0,05-0,16	0,20	18,6%
		2010	1,8	3,9	0,12±0,01	0,10-0,15	0,20	16,6%
36	10-3	2008	2,1	4,6	0,16±0,01	0,13-0,18	0,19	16,0%
		2009	2,0	4,4	0,20±0	0,20-0,21	0,22	0%
		2010	1,9	4,2	0,09±0,02	0,06-0,13	0,14	40,1%
37	10-4	2008	2,3	5,1	0,16±0,01	0,14-0,18	0,18	9,1%
		2009	2,1	4,6	0,15±0,01	0,12-0,18	0,19	14%
		2010	2,0	4,4	0,16±0,01	0,14-0,18	0,18	10,0%
38	10-5	2008	2,4	5,3	0,13±0,01	0,11-0,14	0,15	11,9%
		2009	2,2	4,8	0,12±0,01	0,11-0,14	0,14	10,6%
		2010	2,1	4,6	0,16±0,01	0,14-0,18	0,19	9,1%
37	10-6	2008	3,0	6,6	0,09±0,01	0,08-0,10	0,11	11,1%
		2009	2,8	6,2	0,15±0,01	0,15-0,16	0,17	4,6%
		2010	2,7	5,9	0,16±0,01	0,14-0,18	0,19	9,1%
38	10-7	2008	3,1	6,8	0,20±0	0,20-0,21	0,22	0%
		2009	3,0	6,6	0,17±0,01	0,16-0,18	0,19	5,9%
		2010	2,9	6,4	0,17±0,01	0,15-0,18	0,20	6,9%
39	10-8	2008	2,4	5,3	0,16±0,01	0,13-0,18	0,19	11,9%
		2009	2,3	5,1	0,15±0,01	0,12-0,18	0,18	0,3%
		2010	2,1	4,6	0,15±0,01	0,12-0,18	0,19	13,3%
40	10-9	2008	2,6	5,7	0,14±0,01	0,13-0,14	0,17	7,0%
		2009	2,5	5,5	0,12±0,02	0,09-0,14	0,16	21,6%
		2010	2,3	5,1	0,12±0,01	0,09-0,14	0,17	18,8%

Средняя урожайность барбариса варьировала от 0,1 кг/куст (0,3 т/га) у форм – 1-7, 1-8 и 1-9 (*B. koreana*) до 3,5 кг/куст (7,7 т/га) у формы 4-1 (*B. vulgaris*). Наиболее урожайными, давшими до 3,5 кг/куст в 2008-2010 гг., нами отмечены следующие



формы: 1-1 (*B. koreana*) – 1,5 кг/куст (3,3 т/га); 4-1 (*B. vulgaris*) – 3,5 кг/куст (7,7 т/га); 6-1 (*B. heteropoda*) – 3,1 кг/куст (6,8 т/га); 8-8 (*B. vulgaris f atropurpurea*) – 2,2 кг/куст (4,8 т/га); 9-1 (*B. cretica*) – 0,5 кг/куст (1,1 т/га); 10-7 (*B. dielsiana*) – 3,1 кг/куст (6,8 т/га). В связи с тем, что с каждым годом происходит увеличение среднемесячных весенне-летних температур и уменьшается количество выпавших осадков, урожайность практически всех видов барбарисов значительно уменьшается, кроме засухоустойчивых форм *B. heteropoda*. Урожайность *B. heteropoda* форм 6-1. и 6-2 значительно увеличилась в 2010 году, по сравнению с 2008 годом (см. табл. 1).

Средняя масса ягоды по формам барбариса в период 2008-2010 гг. варьировала от 0,03 г (*B. vulgaris f atropurpurea*, форма 8-3) до 0,26 г (*B. vulgaris*, форма 4-1) и 0,30 г (*B. vulgaris f atropurpurea*, форма 8-8). Наибольшая средняя масса ягод была отмечена у *B. vulgaris* (форма 4-1) и *B. vulgaris f atropurpurea* (форма 8-8). Максимальная масса ягоды была самой большой у *B. vulgaris* (форма 4-1) и составила 0,35 г, а также *B. vulgaris f atropurpurea* (форма 8-8) – 0,31 г. Также самыми крупными ягодами характеризовались следующие формы: 1-1 (*B. koreana*) – средняя масса ягоды составила 0,21 г, а максимальная 0,29 г; *B. heteropoda*: 6-1, средняя масса ягоды составила 0,14 г, а максимальная 0,19 г; 9-1 (*B. cretica*) – 0,20 г и 0,21 г; форма 10-7 (*B. dielsiana*) – 0,20 и 0,21 г соответственно.

Заключение

Проведенные исследования показали, что средняя масса ягод у некоторых видовых форм остается практически неизменной: 1-1; 1-4; 1-9; 4-3; 6-1; 6-2; 8-1; 8-3; 8-4; 8-6; 8-7; 9-2; 10-3; 10-4; 10-5; 10-6; 10-7 и 10-9, для которых коэффициент вариации составляет менее 10%. В основном отмечена средняя изменчивость признака, коэффициент вариации находится в пределах от 10 до 20%. Четырнадцать форм барбариса (35%) характеризуются значительными изменениями средней массы ягоды, в соответствии с коэффициентом вариации, (4-5; 6-1; 8-2; 8-3; 8-4; 8-5; 8-6; 8-8; 9-1; 9-2; 9-3; 10-1. Наиболее высоким коэффициентом вариации по средней массе ягоды характеризовалась форма барбариса Дильса 10-3, коэффициент вариации которой составил 40,1%, что свидетельствует о широком диапазоне изменчивости средней массы ягоды от 0,06 г до 0,13 г у данной формы.

Таким образом, нами выделены следующие высокоурожайные формы, характеризующиеся также и большой массой плода 1-1 (*B. koreana*); 4-1 (*B. vulgaris*); 6-1 (*B. heteropoda*); 8-8 (*B. vulgaris f atropurpurea*); 9-1 (*B. cretica*) и 10-7 (*B. dielsiana*).

Список литературы

1. Ермаков, Б.С. Лесные растения в вашем саду / Б.С. Ермаков. – М.: Из-во Экология, 1992. – 32 с.
2. Меженский, В.Н. Барбарис. Магония / В.Н. Меженский. – М.: АСТ, Донецк: Сталкер, 2005. – 60 с.
3. Миганова, Т.Е. Энциклопедия садовода / Т.Е. Миганова. – М.: Изд. комп. АСТ - пресс, 2000. – 624 с.
4. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. – Орел: Изд-во ВНИИ селекции плодовых культур, 1999. – 608 с.
5. Юрина, Л.В. Садовые новинки. Ягодные культуры / Л.В. Юрина. – М.: Изд-во АСТ, Астрель, 2005. – 400 с.

PRODUCTIVITY OF SELECTED FORMS OF *BERBERIS* L. AT INTRODUCTION IN THE BOTANICAL GARDEN, BELGOROD NATIONAL RESEARCH UNIVERSITY

V.YU. Zhilenko

V.N. Sorokopudov

Belgorod National Research University, Belgorod, Pobedy str., 85.

e-mail: zhilenko@bsu.edu.ru, sorokopudov@bsu.edu.ru

Among the populations of *Berberis* L., are promising form of: *B. koreana* form 1-1, *B. vulgaris* form 4-1, *B. heteropoda* form 6-1, *B. vulgaris f atropurpurea* form 8-8, *B. cretica* form 9-1 and *B. dielsiana* form of 10-7.

Key words: types of barberry, the mass of the fruit, productivity, select form.

УДК 635.914.635.918

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАЗМНОЖЕНИЯ НЕКОТОРЫХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА *FIGUS* L. В КУЛЬТУРЕ *IN VITRO*

Ю.В. Миронова
О.А. Сорокопудова

Белгородский государственный
национальный исследовательский
университет, г. Белгород,
ул. Победы, 85.

e-mail: sorokopudov@bsu.edu.ru

Показано развитие исследований по роду *Ficus* L. в закрытых помещениях на примере образовательной школы г. Москвы. Изучены виды рода фикус на предмет размножения методом культуры клеток. Разработаны методы микроклонального размножения фикусов для использования в озеленении детских учреждений позволяющие получить большое количество генетически однородного, оздоровленного посадочного материала.

Ключевые слова: виды рода *Ficus* L., озеленение помещений, культура клеток.

Введение

Большинство видов фикуса легко размножается черенками, однако культура *in vitro* целесообразна для получения большого объема посадочного материала, что довольно трудно осуществить традиционными способами размножения из-за ограниченного количества маточных растений. Еще одна проблема, которая может быть преодолена с помощью микроклонального размножения, — оздоровление фиговых растений (*F. carica*), пораженных вирусом фиговой мозаики.

На рынке декоративных горшечных растений, в т.ч. крупномеров часто требуется большое количество растений за короткий период времени и к определенному сроку. Микроклональное размножение, посредством увеличения коэффициента размножения растений и сокращения времени их культивирования, может стать подходящим ответом на подобные запросы рынка (Кутас, 1997).

В настоящее время число работ по микроклональному размножению фикусов невелико. Для многих ценных видов и сортов рода *Ficus* технологии микроклонального размножения еще не разработаны; некоторые технологии недостаточно оптимизированы. В связи с этим необходимо проведение исследований по разработке и усовершенствованию методик микроклонального размножения фикусов. Нами изучены особенности микроклонального размножения представителей рода *Ficus*.

Объекты и методы исследования

Методика биотехнологических исследований основывалась на общепринятых классических приемах работы с культурами изолированных тканей и органов растений (Бутенко, 1999). В качестве питательных сред использовали среды с минеральной основой сред Мурасиге-Скуга и Гамборга, дополнительно добавляя сахарозу — 30 г/л, агар — 7 г/л, мезоинозитол — 0,1 г/л. В качестве регуляторов роста использовали цитокинины БАП, 2-иП, ауксины — ИУК, НУК, ИМК, а также гиббереллиновую кислоту может гибберелловую?. Уровень pH питательной среды доводили до 5,7 — 6,0. С целью выяснения влияния видовых и сортовых особенностей исходного растения на коэффициент размножения в культуре *in vitro* были исследованы следующие виды рода *Ficus*: *Ficus elastica* Roxb., *Ficus Benjaminii* L., *Ficus lirata* Warb., *Ficus binnendijkii* Mig., *Ficus deltoidea* Jack.

Результаты и их обсуждение

Выбор растения-донора, изолирование эксплантов и получение стерильной культуры. Установлено, что экспланты, взятые с молодых растений фикусов (1 — 2-ой год жизни), обладают гораздо большим морфогенетическим по-



тенциалом по сравнению со взрослыми растениями (5 – 10 лет жизни). Наши исследования полностью согласуются с литературными данными (Бутенко, 1986; Катаева, Бутенко, 1983; Jona, 1982).

Оптимальным типом экспланта для *F. benjamina* оказались верхушечные побеги с 2-мя междоузлиями, для *F. elastica* – верхушечные почки, а для

F. lyrata – фрагменты листовой пластинки с наличием центральной жилки.

Наши данные подтверждают исследования проведенные Jona, 1982; Jona, Gribaudo, 1987, 1991.

Продолжительность экспозиции подбирали в зависимости от возраста экспланта и его морфологических особенностей: более молодые и тонкие побеги стерилизовали 8 минут, более крупные – 10-12 мин. Экспозиция, продолжительностью более 12 мин. Приводила к гибели эксплантов.

Первоначальную закладку всех эксплантов проводили на безгормональную питательную среду с минеральной основой МС. Через 5-7 дней полностью инфицированные экспланты выбраковывали, частично инфицированные стерилизовали повторно, а неинфицированные экспланты пересаживали на питательную среду, соответствующую дальнейшим экспериментам.

В результате была получена стерильная культура у следующих видов и сортов: *F. benjamina* (сорта Daniella, Starlight, Gold Princess, Monique Exotica), *F. elastica* (сорта Melany, Rubra, Brazil), *F. lyrata* (сорт Bambino).

Развитие эксплантов. На этом этапе нами были проведены исследования по влиянию состава питательной среды на коэффициент размножения и характер развития растений.

Для *F. lyrata* было изучено влияние минерального состава питательной среды на коэффициент размножения (количество растений из одного экспланта) и длину побегов. При этом использовали 3 типа питательных сред, различающихся по минеральному составу. Это – среда с полным составом макро- и микросолей по прописи Мурасиге и Скуга (МС), среда с половинной долей солей МС (1/2 МС) и среда с составом макро- и микросолей по прописи Гамборга. В результате были получены следующие данные (табл.1):

Таблица 1

**Влияние минерального состава питательной среды
на коэффициент размножения и длину побегов у эксплантов *F. lyrata*
(концентрация БАП 1,0 мг/л)**

Показатели	Тип питательной среды		
	МС	1/2 МС	среда Гамборга
Коэффициент размножения	66±1,3	5,1±1,8	2,8±0,9
Длина побегов, мм	24,8±4,9	18,0±3,9	13,9±3,0

Следующие исследования для *F. lyrata* проводили в отношении влияния гормонального состава питательных сред на коэффициент размножения и характер роста эксплантов. При этом проводили следующие опыты:

Опыт 1. Экспланты культивировали на питательных средах с минеральной основой МС и постоянным содержанием гормонов – 2-иП (8,05 мг/л),

БАП (5,4 мг/л), ИМК (2,5 мг/л), кинетин (5,16 мг/л), применяя их 10-ти и 100-кратное разбавление, а также добавляя в некоторых вариантах гибберелловую кислоту (Г) и аденинсульфат (АД). В результате были получены следующие данные (табл.10). Статистический анализ данных показал, что значительно лучший результат даёт 100-кратное разбавление основных гормонов, по сравнению с 10-кратным. Исключение составляет вариант с добавлением аденинсульфата, что свидетельствует о его положительном эффекте. В свою очередь добавление гибберелловой кислоты не даёт существенных преимуществ (табл. 2).



Таблица 2

Влияние регуляторов роста, содержащихся в питательной среде, на коэффициент размножения у эксплантов *F. Lyrata*

Номер варианта	Обозначение питательной среды	Коэффициент размножения
1	1:100 + Г	7,33±1,10
2	1:100	9,04±1,00
3	1:10 + Г	6,33±1,56
4	1:10	6,17±0,91
5	1:10 + АД	7,14±1,96

Опыт 2. В этом опыте мы культивировали экспланты на питательных средах с минеральной основой МС и добавлением цитокинина Бап в различных концентрациях. А также в одном из вариантов добавляли ауксин (табл. 3).

Таблица 3

Влияние гормонального состава питательной среды на морфометрические показатели регенерантов *F. Lyrata*

Номер варианта	Тип питательной среды	Число побегов, шт.	Длина побегов, мм	Количество междоузлий
1	1,5	12,0±2,0	5,0±1,8	-
2	0,8	14,0±4,0	3,5±1,1	-
3	0,5	2,0±0,5	7,0±1,2	1,0±0,1
4	½ НГ	3,0±1,0	23,0±6,9	3,0±0,5
5	K ₂	34,0±7,0	8,3±0,8	1,5±0,1

Сравнительный анализ полученных данных показал, что максимальный коэффициент размножения достигается эксплантами *F.lyrata* при культивировании их на среде K₂ (с добавлением цитокинина и ауксина), что подтверждается и литературными данными (Немойкина, 2003; Миронова, 2004). В свою очередь максимальная длина побегов и количество междоузлий достигается на среде с низким содержанием БАП (0,05 мг/л) и половиной дозой солей МС. Но при этом резко снижается коэффициент размножения. Учитывая, что на этапе размножения главным показателем является количество микропобегов из одного экспланта, можно сказать, что лучшей питательной средой для размножения *F. lyrata* является среда K₂ (табл. 3).

По результатам двух опытов можно сделать заключение, что оптимальной питательной средой для микрочлонального размножения *F. lyrata* является среда с минеральной основой МС и добавлением БАП и ИМК в концентрациях 0,5 мг/л и 0,05 мг/л соответственно.

В ходе исследований для *F. elastic* было изучено влияние гормонального состава питательной среды на коэффициент размножения у трех сортов: Melany, Rubra, Brazil. Гормональный состав среды I принят за стандарт (st), а остальные экспериментально модифицированы (табл. 4).

Таблица 4

Коэффициент размножения у сортов *F. elastic* в зависимости от гормонального состава питательной среды (минеральная основа – МС)

Сорт	Тип питательной среды				
	I (st)	II	III	IV	V
Melany	7,2±1,2	7,4±1,1	8,5±1,3	10,5±1,5	8,3±1,2
Rubra	5,3±0,7	5,8±0,8	8,1±1,0	8,5±1,1	6,4±0,9
Brazil	4,8±0,5	5,5±0,5	5,8±0,7	6,5±0,9	6,8±1,0

При сравнении *F. elastic* и *F. lyrata* можно заметить, что значительно большим морфогенетическим потенциалом обладает *F. lyrata* (коэффициент размножения –



34,5±7,2). А при сравнении сортов внутри вида *F. elastic* наибольшей регенерационной способностью обладает сорт Melanu (коэффициент размножения – 10,5±1,5).

Укоренение. Данный этап был достигнут только у растений *F. lyrata*. При этом основные исследования были направлены на изучение влияния индукторов ризогенеза (различных ауксинов) и их концентрации на формирование корневой системы. Корни образовывались преимущественно у основания стебля растения (табл. 5).

Таблица 5

**Образование корневой системы у побегов *F. lyrata*
под влиянием различных индукторов ризогенеза**

Вариант	Концентрация, мг/л	Укореняемость, %	Число корней, шт	Средняя длина корней, мм
Регулятор роста				
Без регуляторов	-	52,5±15,1	1,4±0,2	13,4±2,5
ИМК	0,5	88,1±11,7	6,9±1,3	30,2±5,1
	1,0	89,2±10,6	7,2±1,5	24,6±3,8
ИУК	0,5	95,8±5,4	4,6±0,8	17,6±2,9
	1,0	88,1±11,7	3,8±0,6	11,8±2,1
НУК	0,5	83,3±15,2	2,9±0,5	10,7±1,9
	1,0	68,4±15,9	2,3±0,5	6,7±1,3

Адаптация. Адаптацию размноженных растений фикусов *in vitro* проводили по ранее разработанной технологии с использованием мха сфагнума (*Sphagnum*) (Ковалёва и др., 2000).

Укоренившиеся растения были высажены на вегетирующий мох сфагнум и смесь песка, торфа и дерновой земли в соотношении 1:1:1. На стадии адаптации интенсивность светового режима составляет 5 – 7 тыс. лк.

Посадка на мох сфагнум имеет большие преимущества, т.к. позволяет сократить цикл культивирования – растения можно высаживать на мох даже с минимальным развитием корней.

Внедрение клонального микроразмножения способствует увеличению более чем в тысячу раз выхода укорененных растений представителей рода *Ficus* в сравнении с традиционным черенкованием. При таком способе размножения независимо от времени года возможно получение в короткие сроки однородного оздоровленного потомства, свободного от бактериальных и грибных болезней.

Выводы

1. При микроклональном размножении представителей рода *Ficus* установлено влияние минерального состава питательной среды и воздействие регуляторов роста на коэффициент размножения. Добавление гормонов (цитокинина и ауксина) в питательную среду увеличивает диапазон морфометрических показателей регенерантов.

2. При использовании метода *in vitro* для размножения представителей рода *Ficus* необходимо учитывать, что экспланты следует брать с молодых побегов (1 – 2 год жизни); что оптимальной питательной средой для микроклонального размножения *F. lyrata* является среда с минеральной основой МС и добавлением БАП и ИМК в концентрациях 0,5 мг/л и 0,05 мг/л соответственно; для укоренения эксплантов лучше применять ИМК в концентрации 0,5 мг/л, или в концентрации 1,0 мг/л; адаптацию растений лучше всего проводить с использованием технологии посадки на мох сфагнум.

3. Разработанные эффективные методы микроклонального размножения фикусов для использования в озеленении детских учреждений позволяют получить большое количество генетически однородного, оздоровленного посадочного материала за достаточно непродолжительный срок.

Список литературы

1. Бутенко Р.Г. Культура клеток растений и биотехнология. – М.: Наука. ИФР, 1986. – 179 с.
2. Кутас Е.Н. Научные основы клонального микроразмножения растений на примере интродуцированных сортов голубики высокой и брусники обыкновенной. Автореф. – М., 1997. – 20 с.
3. Катаева Н.В., Бутенко Р.Г. Клональное микроразмножение растений. – М., 1983. – 97 с.
4. Ковалева И.С., Данилова Т.В., Молканова О.И. Усовершенствование методики микроразмножения малино-ежевичного гибрида Тайберри // Биотехнология, отдаленная гибридизация. Вып. 179. – М., 2000. – С. 136-143.
5. Jona R. *In vitro* propagation of Fig through Shoot Tip culture // Hort Science 17 (1): 86-87. 1982.
6. Jona R., Gribaudo J. Adventitious bud formation from leaf explants of *Ficus lyrata* // Hort Science. 1987. - Vol 22, № 4. - P. 651-653.
7. Jona R., Gribaudo J. *Ficus* spp. // Biotechnology in agriculture and forestry. Vol. 16, 1991. – P. 79-93.

BIOLOGICAL FEATURES OF REPRODUCTION OF SOME REPRESENTATIVES OF SORT *FICUS* L. IN CULTURE *IN VITRO*

J.V. Mironova
O.A. Sorokopudova

*Belgorod National
Research University,
Belgorod, Pobedy str., 85.*

e-mail: sorokopudov@bsu.edu.ru

Development of researches by the nature of *Ficus* L is shown. In the closed premises on an example of educational school of Moscow. Kinds of a sort a ficus about reproduction by a method of culture of cages are studied. Develop effective methods reproduction of ficuses for use in gardening of child care centers allowing to receive a considerable quantity of genetically homogeneous, improved landing material.

Key words: kinds of sort *Ficus* L., gardening of premises, culture of cages.

УДК 581.821

АДАПТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПОВЕРХНОСТИ ЛИСТА У ВИДОВ РОДА *CRATAEGUS* L. (*ROSACEAE* JUSS.)

Т.А. Резанова
С.А. Бакшугтов

Белгородский государственный
национальный исследовательский
университет, г. Белгород,
ул. Победы, 85.

e-mail: Rezanova@bsu.edu.ru,
baks922@rambler.ru,
sorokopudov@bsu.edu.ru

Проведено морфо-анатомическое исследование листа 20 видов рода *Crataegus* L. в условиях Белгородской области в фенологическую фазу формирования плодов. Определяли размеры и форма основных клеток эпидермиса, параметры устьичного аппарата, классифицированы и описаны трихомы, обнаружены и описаны кристаллы оксалатов. Виды рода *Crataegus* L. мезофиты. Однако у многих ярко выражены ксероморфные признаки.

Ключевые слова: *Crataegus*, эпидермис, устьица, основные клетки, трихомы.

Введение

Целесообразность введения боярышника в культуру заключаются не только в его целебных свойствах, но и в возможности использования его декоративных качеств в зеленом строительстве, для создания защитных насаждений. Боярышник отличается разнообразной формой кроны, окраской и строением листьев и плодов, хорошо переносит стрижку и легко формируется, незаменим при посадке живых непроходимых изгородей [12, 14]. Многие виды боярышника — ценные пищевые и лекарственные растения. Зрелые плоды в свежем виде мягкие, мучнистые и вкусные, по лечебной ценности мало уступают шиповнику [1].

Ареал боярышников достаточно широк. Боярышник распространён преимущественно в умеренных районах северного полушария в пределах между 30° и 60° с. ш., главным образом в Северной Америке, а также Евразии. Распространены от уровня моря до верхнего предела лесной растительности в горах, в самых различных условиях рельефа и на разных грунтах [4, 2]. Большинство видов являются устойчивыми к засухе, соли, жаре и низким температурам. Именно поэтому боярышники легко переносят смену климата, приспосабливаясь к новым условиям обитания [13].

Изучение эпидермы листа имеет большое значение для систематики, эволюции и филогении и экологии растений. В нашем исследовании дается сравнительный анализ признаков эпидермы интродуцируемых растений с целью выяснить роль различных компонентов эпидермы в адаптации растений к условиям Белгородской области. В связи с появлением продолжительных засушливых периодов во время вегетации растений необходимо выявление признаков ксероморфизма.

Объекты и методы исследования

Объектами исследования стали растения двадцати видов рода *Crataegus* L., произрастающих в Ботаническом саду БелГУ, 2001 года посадки: *Crataegus flabellata* (Bosc ex Spach) K.Koch, *C. douglasii* LINDL., *C. punctata* Jacq., *C. macracantha* Lodd. ex Loudon, *C. holmesiana* Ashe., *C. ellwangeriana* Sarg., *C. maximowiczii* C.K.Schneid., *C. prunus* Spiendens, *C. sanguinea* Pall., *C. chlorosarca* Maxim., *C. monogyna* Jacq., *C. submollis* Sarg., *C. turkestanica* Pojark., *C. pentagyna* Waldst. & Kit. ex Willd., *C. arnoldiana* Arnold Hawthorn, *C. Crus-Galli* L., *C. rotundifolia* Moench., *C. pringlej*, *C. canadensis* Sarg, *C. canadensis* Sarg.

Контроль — вид *C. monogyna* Jacq., родина - Европейская часть России, Кавказ, Средняя Азия, длительно произрастающий в условиях Черноземья.

Учитывалось происхождение видов. Исследование проводилось в фенофазу формирования плодов, учитывались также погодные условия. Для исследования отбирались листья с годовых приростов (7-й от основания прироста) с учетом их морфологического адреса, освещенности в утренние часы. Консервация листьев проводилась общепринятым способом в смеси: спирт, вода, глицерин (1:1:1) [11]. Приготовление препаратов эпидермиса проводилось по модифицированной методике [10].

Изучение эпидермиса и его структур проводилось с помощью СМ «Биолам С 13», Микромед-5, бинокля МБС 10 и РЭМ Quanta 200 3D в центре коллективного пользования научным оборудованием БелГУ, программы «ВидеоТест-Мастер».

При анатомическом исследовании учитывались признаки зрелых, полностью сформированных структур при 50-кратной повторности измерений. В средней части листа между жилками подсчитывали концентрацию устьиц абаксиального эпидермиса, измеряли их длину и ширину, степень открытости устьиц (СОУ) [7], их ориентацию и степень погруженности. Находили площадь, удлиненность и степень извилистости антиклинальных стенок основных клеток абаксиального и абаксиального эпидермиса.

При анализе полученных данных использовалась статистическая обработка по Г. Н. Зайцеву (1984), при помощи пакета программ Microsoft Office.

Результаты и их обсуждение

Одним из критериев, по которым можно определить акклиматизацию растений, является интенсивность транспирации, содержание воды и умение экономить влагу растением [6]. Существуют два вида транспирации – это устьичная и кутикулярная, но исследования анатомического характера показывают, что вода испаряется главным образом через устьица. Интенсивность транспирации может привести к отрицательным явлениям (увядание, высыхание), но, с другой стороны, она способствует притоку CO_2 , что обеспечивает лучшее углеродное питание растения [8].

Физиологию растений необходимо изучать и с экологической точки зрения. Роль воды имеет большое физиологическое значение. Поддержание высокого содержания воды и тургора необходимо для нормального функционирования физиологических и биохимических процессов, связанных с процессами роста [12].

Устьица. Устьичный аппарат аномоцитный. Почти у всех изучаемых видов боярышников гипостоматические листья, что характерно для большинства мезофитов. У боярышника густоцветкового листья амфистоматические, что отмечается у ксерофитов, на абаксиальном и абаксиальном эпидермисе малое количество устьиц.

С повышением ксероморфности листьев число устьиц на единицу поверхности снижается [8]. Число устьиц абаксиального эпидермиса по стандартным обозначениям [3] малое у боярышников вееролистного, Дугласа, точечного, канадского, зеленомясого, однопестичного, полумягкого, крупнолистного (табл. 1). Среднее число устьиц абаксиального эпидермиса у боярышников крупноколючкового, Холмса, Эльвангера, Максимовича, сливолистного, сибирского, туркистанского, пятипестичного, Прингеля, Арнольда, шпорцевого.

По литературным данным с увеличением ксероморфности строения листовой пластинки отмечается уменьшение размеров устьиц [3]. Наименьшие размеры устьиц у боярышника точечного, Холмса, Эльвангера, зеленомясого, однопестичного, полумягкого, туркистанского, пятипестичного, прингеля, шпорцевого. Обнаружена обратная достоверная корреляция средней силы между площадью и числом устьиц (-0,532).

Пропускная способность устьиц боярышников колеблется в пределах 4,25-9,64%, достоверно наибольшая СОУ у боярышника Дугласа, туркистанского и крупнолистного. Наименьшая пропускная способность устьиц у видов: боярышник сибирский, зеленомясый, пятипестичный. Форма устьиц кругло-овальная. Устьица боярышника вееролистного достоверно более округлые, чем устьица других видов.



Устьица адаксиальной поверхности боярышника густоцветкового отличаются погруженностью, наименьшей СОУ, достоверно большей площадью устьиц.

Таблица 1

**Параметры устьичного аппарата листа видов
рода *Crataegus* в условиях Белгородской области**

Виды	Площадь устьица, мкм	К. удлиненности устьица	Площадь устьичной щели	СОУ	Число устьиц
<i>C. flabellata</i> Б. вееровидный	885,11±22,50**	1,25±0,016*	69,70±4,96	8,07±0,511	154,33±7,54
<i>C. douglasii</i> Б. Дугласа	857,89±13,19**	1,36±0,014	80,73±3,06	9,53±0,393**	125,59±5,12**
<i>C. punctata</i> Б. точечный	687,40±23,85	1,28±0,028	56,56±3,43	8,33±0,486	125,39±6,33**
<i>C. macracantha</i> Б. крупно-колючковый	867,11±24,55**	1,24±0,024	62,13±4,35	7,03±0,371	194,97±5,86**
<i>C. holmesiana</i> Б. Холмса	664,65±26,87	1,33±0,039	67,02±20,05	7,12±0,429	176,99±10,54
<i>C. canadensis</i> Б. канадский	765,80±26,90*	1,33±0,020	59,27±4,32	7,41±0,431	133,66±3,48**
<i>C. ellwangeriana</i> Б. Эльвангера	617,68±22,28	1,29±0,03	43,60±2,89	7,07±0,415	165,35±6,60
<i>C. densiflorum</i> Б. густоцветковый	Нижний эпид. 945,15±39,05**	1,16±0,019	71,48±5,12**	7,66±0,510	153,69±9,38
	Верхний 1297,82±61,51**	1,18±0,024	54,90±5,83**	4,25±0,407**	22,52±2,26**
<i>C. maximowiczii</i> Б. Максимовича	715,36±25,74	1,38±0,025	52,69±4,72	7,31±0,512	210,13±10,04**
<i>C. prunus</i> Б. сливолистный	852,31±28,80**	1,30±0,024	60,14±3,72	7,11±0,398	233,18±9,81**
<i>C. sanguinea</i> Б. сибирский	754,55±26,09*	1,26±0,020	51,74±4,22	6,83±0,469	210,27±8,89**
<i>C. chlorosarca</i> Б. зеленомясый	649,42±28,78	1,39±0,034	45,04±3,47	6,95±0,418	146,75±7,25
<i>C. toponyna</i> Б.однопестичный	665,13±21,03	1,33±0,029	47,80±4,70	7,17±0,576	161,47±7,43
<i>C. submollis</i>	679,21±19,67	1,34±0,024	48,58±3,21	7,21±0,480	147,52±6,64
<i>C. turkestanica</i> Б.туркестанский	869,54±31,44**	1,26±0,026	73,79±5,44	8,49±0,558	190,15±6,51*
<i>C. pentagyna</i> Б.пятипестичный	873,72±33,40**	1,28±0,026	56,95±3,57	6,59±0,390	185,33±7,23
<i>C. pringlej</i> Б. Принглежа	646,06±17,03	1,29±0,025	47,00±3,47	7,30±0,521	217,71±8,49**
<i>C. arnoldiana</i> Б. Арнольда	754,12±29,94*	1,24±0,026	56,08±3,74	7,48±0,440	164,95±9,12
<i>C. Crus-Galli</i>	668,08±36,79	1,25±0,023	48,62±3,93	7,52±0,597	183,26±6,88
<i>C. rotundifolia</i> Б. крупнолистный	1026,71±34,34**	1,44±0,325	97,54±5,27	9,64±0,567	156,16±6,88

* – достоверные отличия при уровне вероятности 0,95; ** – при уровне вероятности 0,99 (контроль – *C. топонина*).

Основные клетки эпидермы листа. Клетки эпидермиса как верхней, так и нижней поверхностей листа видов рода *Crataegus* различаются по форме и размерам.

Принято считать, что листья, развившиеся в условиях внешней и внутренней сухости обладают более мелкоклеточными анатомическими элементами [3]. Однако возникновение мелкоклеточности строения не есть еще появление ксероформии.



Основные клетки адаксиального и абаксиального эпидермиса боярышника Холмса, канадского, Эльвангера, Максимовича, сливолистного, сибирского, зеленомясого, полумягкого, пятипестичного, Прингеля относятся к группе мелкоклеточных и очень мелкоклеточных (табл. 2).

Таблица 2

Параметры адаксиального и абаксиального эпидермиса листьев растений рода *Crataegus* сформированных в условиях Белгородской области

Виды	Нижний эпидермис		Верхний эпидермис	
	S осн. кл.	К и	S осн. кл.	К и
<i>C. flabellata</i>	1120,38±65,22**	12,70±0,363**	1132,69±96,93*	12,76±0,647
<i>C. douglasii</i>	-	-	1296,45±44,51**	11,16±0,227**
<i>C. punctata</i>	878,06± 57,42*	14,90±0,550	998,10±34,88	12,32±0,193**
<i>C. macracantha</i>	966,60±49,27**	14,36±0,379**	1228,66±43,06**	11,48±0,240**
<i>C. holmesiana</i>	722,16±38,40	17,40±0,626	641,80±23,12**	15,81±0,332**
<i>C. canadensis</i>	818,11±47,70	15,66±0,540	1035,02±44,63	12,22±0,277**
<i>C. ellwangeriana</i>	327,74±16,17	22,76±0,622**	540,16±24,69*	17,90±0,450**
<i>C. densiflorum</i>	819,85±44,24	14,31±0,447**	881,59±43,10**	13,01±0,094
<i>C. maximowiczii</i>	489,22±30,03**	21,95±0,237**	831,67±28,15	13,46±0,677
<i>C. prunus</i>	645,61±39,35	17,02±0,618	776,86±25,95	14,40±0,288
<i>C. sanguinea</i>	550,69±29,30**	20,90±0,714**	783,84±23,61	15,37±0,343
<i>C. chlorosarca</i>	422,00±16,52**	19,05±0,388**	501,64±28,82**	18,22±0,470**
<i>C. monogyna</i>	704,87±26,67	16,22±0,353	865,14±46,66	14,10±0,445
<i>C. submollis</i>	710,90±28,54	18,34±0,384**	858,34±37,49	14,15±0,317
<i>C. turkestanica</i>	869,55±40,82**	16,10±0,429	1129,02±48,65**	11,82±0,281**
<i>C. pentagyna</i>	620,95±50,38	17,40±0,665	605,90±18,28**	15,73±0,251**
<i>C. pringlej</i>	524,41±24,27**	18,86±0,457**	615,40±18,78**	15,41±0,188*
<i>C. arnoldiana</i>	553,78±27,89**	19,13±0,455**	1157,35±38,62**	12,75±0,230*
<i>C. Crus-Galli</i>	766,66±26,00	16,83±0,339	746,19±22,26	14,85±0,174
<i>C. rotundifolia</i>	1150,07±54,91**	13,24±0,317**	996,15±52,27	12,90±0,368

* – достоверные отличия при уровне вероятности 0,95; ** – при уровне вероятности 0,99 (контроль – *C. monogyna*).

Основные клетки адаксиального эпидермиса боярышников точечного, густоцветкового, шпорцевого и крупнолистного мелкоклеточны, а абаксиального эпидермиса средних размеров.

Основные клетки абаксиального и адаксиального эпидермиса боярышников вееролистного, Дугласа, крупноколючкового, однопестичного средних размеров.

У боярышника Арнольда основные клетки адаксиального эпидермиса средних размеров, абаксиального эпидермиса – мелкоклеточные.

Очертания основных клеток эпидермы листа варьируют от прямолинейных до волнистых и извилистых (рис. 1).

Степень волнистости стенок эпидермальных клеток зависит от условий произрастания растений. У особей, выросших при интенсивном освещении, волнистость выражена слабее по сравнению с затененными растениями [9]. Согласно одной из точек зрения, появление волнистости стенок обусловлено напряжением, возникающим между эпидермальными и подстилающими клетками в процессе роста. Другие представляют себе образование волнистости следующим образом. На ранних стадиях развития стенки эпидермальных клеток прямые, но если затвердевание кутикулы происходит медленно, оболочки также долгое время продолжают разрастаться, вследствие чего образуются складки.

Корреляционный анализ данных выявил обратную зависимость средней силы между пропускной способностью устьиц и коэффициентом извилистости антиклинальных стенок основных клеток адаксиального (-0,598) и абаксиального (-0,566) эпидермиса. Извилистость антиклинальных стенок клеток нижнего эпидер-

миса достоверно больше, что связано с наименьшей освещенностью абаксиальной поверхности листа.

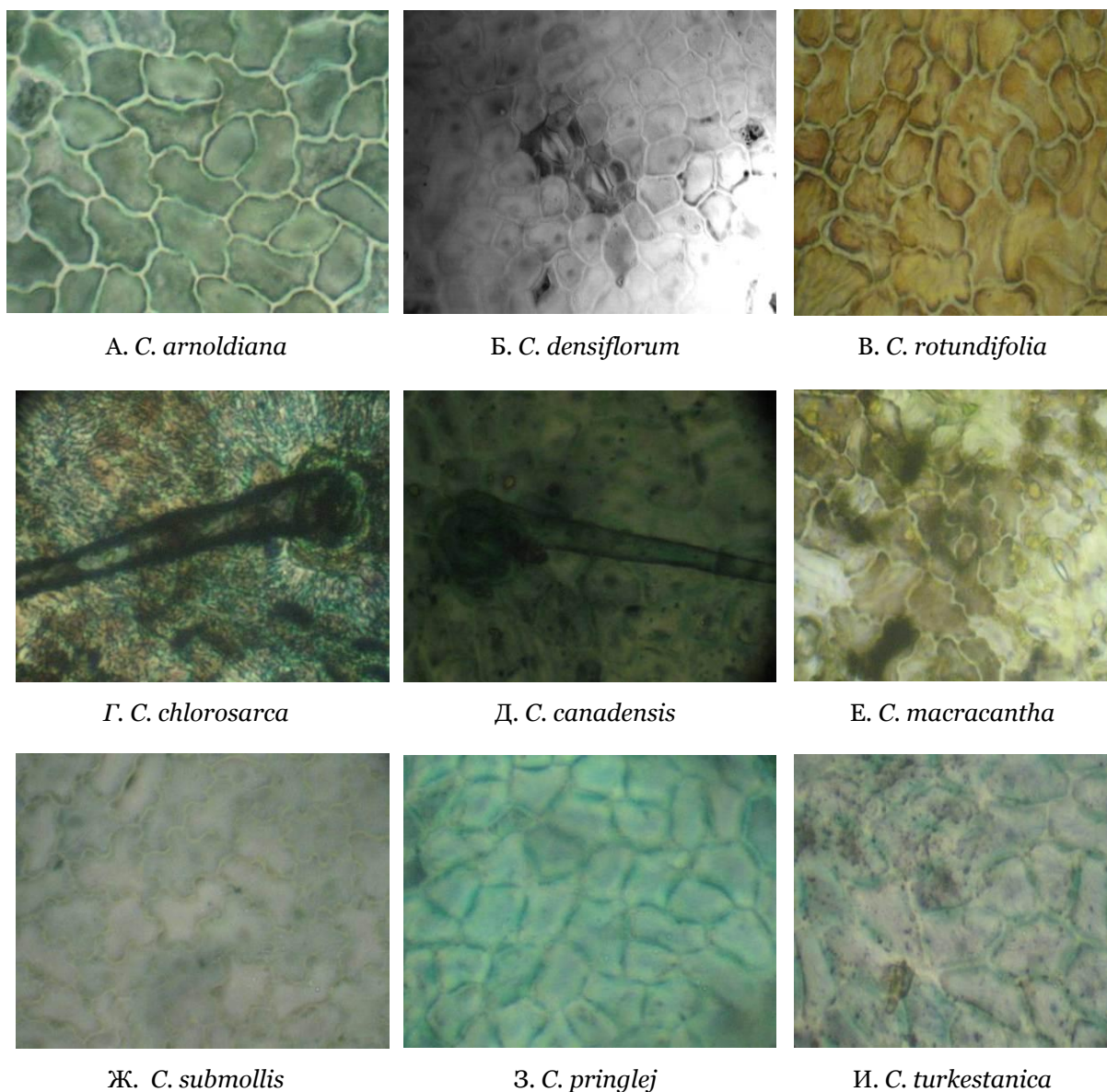


Рис. 1. Адаксиальная поверхность эпидермиса растений рода *Crataegus*

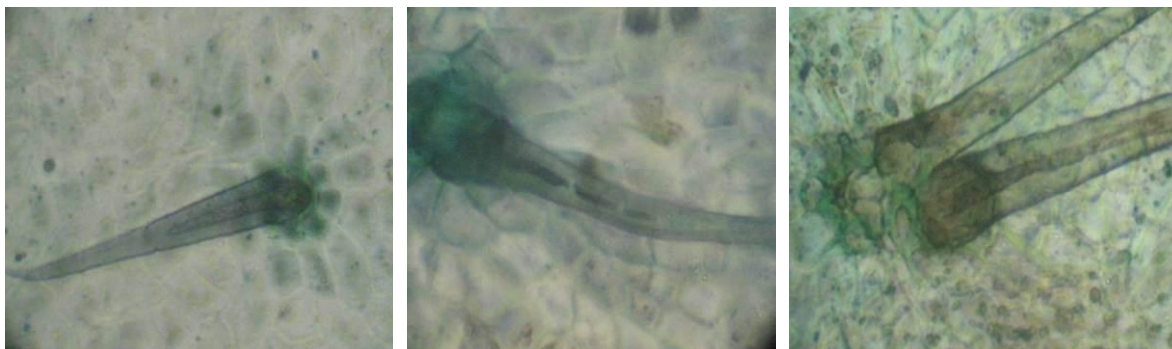
Наименее извилистые антиклинальные стенки у боярышника вееровидного, точечного и крупноколючкового, крупнолистного, наиболее извилистые у боярышника Эльвангера, Максимовича, сибирского, зеленомясого, Арнольда.

Классификация трихом. У 20 видов рода *Crataegus* на абаксиальной и адаксиальной поверхности листа обнаружены нежелезистые трихомы трех типов: одноклеточные (рис. 2А), многоклеточные однорядные (рис. 2Б), пучковые (рис. 2В).

Пучковые трихомы единичны, обнаружены у боярышника Принглей на адаксиальном эпидермисе, имеют 2 одноклеточных луча.

У основания кроющих трихом основные клетки эпидермиса имеют трапециевидную форму, площадью меньше, чем остальные основные клетки эпидермиса, что возможно указывает на способность синтезировать вещества гормональной природы [15]. Находящиеся вблизи трихом клетки могут образовывать меристематические

очаги. Прилегающие основные клетки эпидермиса могут быть более молодыми, чем остальные.



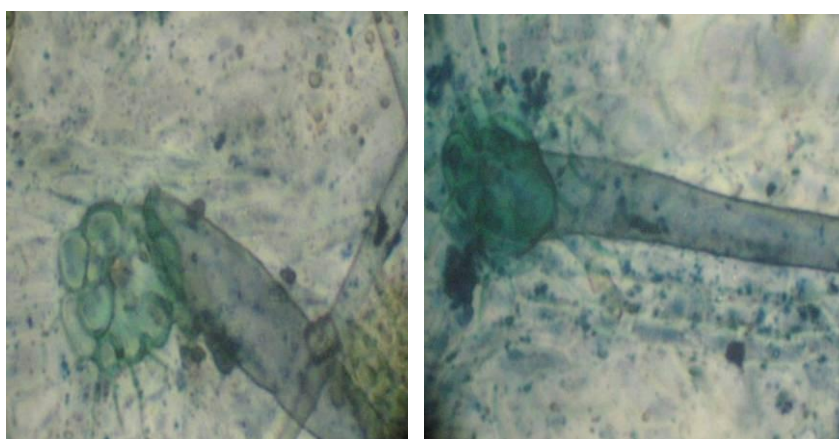
А. *C. canadensis*

Б. *C. canadensis*

В. *C. ellwangeriana*

Рис. 2. Типы трихом на поверхности листа видов рода *Crataegus*

У основания кроющих трихом поверхности листа боярышника Принглей обнаружены капли секрета, что может указывать на некоторую секреторную активность трихом (рис. 3Б). Трихомы большинства видов боярышника очень не устойчивы, при химическом и физическом воздействии они отделяются (рис.3А).



А

Б

Рис. 3. Функционирование кроющих трихом *C. pringlei*

Лист боярышников вееролистного, Дугласа, крупнолистного не опушены, лист боярышника сливолистного имеет единичные трихомы на адаксиальной и абаксиальной поверхности (табл. 3). Другие виды боярышников имеют густое опушение абаксиальной и адаксиальной поверхности листа.

Боярышник Эльвангера, полумягкий, туркистанский имеют единичные трихомы на абаксиальном эпидермисе и густое опушение на адаксиальном эпидермисе.

Боярышник крупноколочковый имеет густое опушение на абаксиальном эпидермисе и неопушонный адаксиальный эпидермис.

У боярышника точечного, Холмса, сибирского, зеленомясого, однопестичного, шпорцевого на абаксиальном эпидермисе достоверно большее количество трихом, чем на адаксиальном.

Оксалаты. Наиболее распространенной нерастворимой солью является оксалат кальция. Щавелевая кислота возникает в растении различными путями: при обмене веществ, связанном с ассимиляцией и синтезом; при неполном сгорании углеводов; в качестве побочного продукта при синтезе белков. Оксалат кальция встречается именно в тканях с высокой жизнедеятельностью, особенно в период их максимальной активности [5].

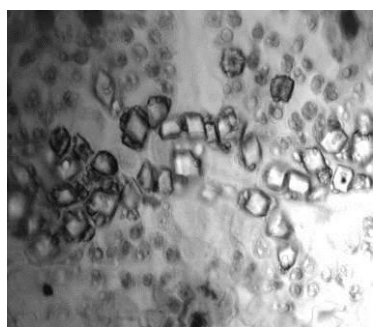
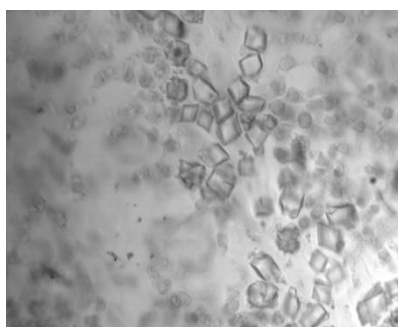
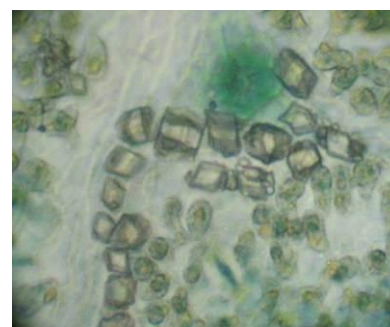
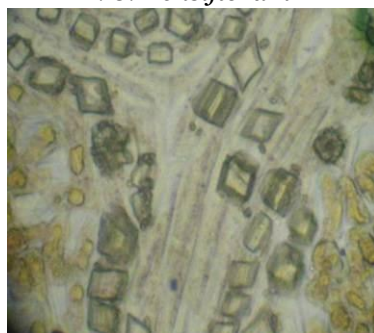
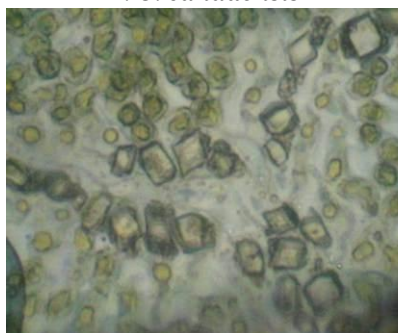
Таблица 3

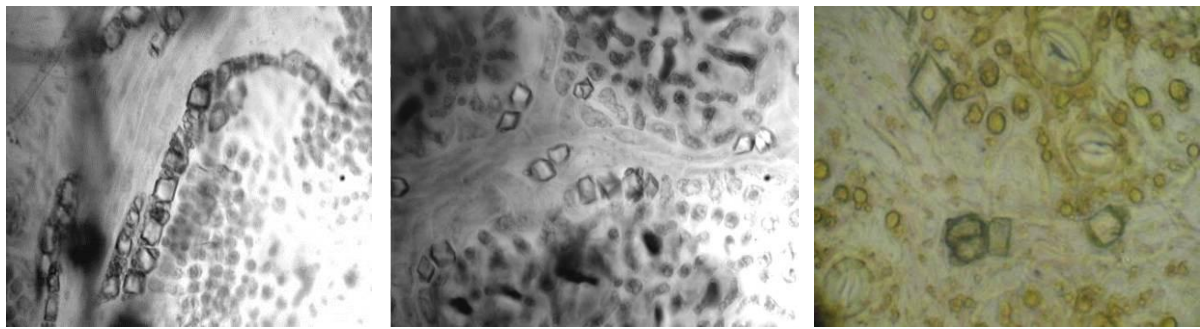
Классификация трихом поверхности листа, характеристика кристаллов оксалата кальция листа видов рода *Crataegus*

Виды	Число трихом нижнего эпидермиса	Число трихом верхнего эпидермиса	S кристалла	К. удлинённости
<i>C. flabellata</i>	нет	нет	265,19±15,14**	1,27±0,028
<i>C. douglásii</i>	нет	нет	208,91±11,32	1,37±0,047
<i>C. punctata</i>	70,05±6,37	единичные	225,39±11,21	1,34±0,028
<i>C. macracantha</i>	62,67±10,45	нет	368,34±26,31**	1,34±0,041
<i>C. holmesiana</i>	119,82±10,02	39,53±5,19	280,32±19,66**	1,32±0,035
<i>C. canadensis</i>	82,79±2,01	63,18±3,78	228,99±14,20	1,36±0,035
<i>C. ellwangeriana</i>	23,51±4,28	106,99±6,90	281,06±13,92**	1,35±0,028
<i>C. densiflorum</i>	нет	87,20±6,44	325,77±14,99**	1,33±0,038
<i>C. maximowiczii</i>	50,95±5,70	65,21±4,90	232,45±14,25	1,44±0,047
<i>Crataegus prunus</i>	единичные	единичные	231,58±11,29*	1,31±0,026
<i>C. sanguinea</i>	119,73±6,59	46,70±3,80	223,32±11,04	1,38±0,041
<i>C. chlorosarca</i>	125,84±8,20	56,04±4,16	185,53±13,89	1,31±0,058
<i>C. monogyna</i>	87,74±12,82	единичные	нет	нет
<i>C. submollis</i>	единичные	30,57±3,89	375,45±41,07**	1,29±0,031
<i>C. turkestanica</i>	единичные	52,99±3,85	462,07±33,59**	1,29±0,033
<i>C. pentagyna</i>	86,61±5,47	66,23±6,0	422,46±41,88**	1,38±0,072
<i>C. pringlej</i>	87,63±5,62	79,99±3,57	329,56±35,38**	1,30±0,035
<i>C. arnoldiana</i>	53,89±3,39	92,10±6,08	408,46±30,72**	1,36±0,029
<i>C. Crus-Galli</i>	102,41±7,94	70,31±4,30	334,37±18,72**	1,33±0,032
<i>C. rotundifolia</i>	нет	нет	463,56±36,91**	1,32±0,042

* – достоверные отличия при уровне вероятности 0,95; ** – при уровне вероятности 0,99 (контроль – *C. monogyna*).

Кристаллы оксалаты концентрируются вблизи жилок (рис. 4). В листьях боярышника однопестичного не обнаружено кристаллов. Боярышник зеленомясый имеет большое количество очагов образования новых кристаллов. Средняя размер кристаллов минимальный (табл. 3). Б. сливолистный и крупноколючковый имеют единичные крупные кристаллы.

А. *C. Densiflorum*Б. *C. canadensis*В. *C. submollis*Г. *C. turkestanica*Д. *C. Crus-Galli*Е. *C. ellwangeriana*



Ж. *C. sanguinea*

З. *C. prunus*

И. *C. macracantha*

Рис. 4. Кристаллы оксалата кальция в тканях листа видов рода *Crataegus*

Достоверно самые крупные кристаллы оксалата кальция в листьях боярышника туркистанского, пятипестичного, Арнольда, крупнолистного, самые мелкие кристаллы у боярышника Дутласа, канадского, Максимовича, сибирского, зеленомясого.

Размер кристаллов оксалата и коэффициент удлиненности имеют обратную зависимость средней силы (-0,392).

Заключение

Растения рода *Crataegus* L. относятся к мезофитам. Однако абаксиальный и адаксиальный эпидермис листа изучаемых видов отличается, что отражает приспособление к разным условиям произрастания и возможно различные «стратегии» акклиматизации к условиям Юга среднерусской возвышенности.

Боярышники Эльвангера и зеленомясый имеют наиболее выраженные ксеро-морфные признаки: мелкие клетки абаксиального и адаксиального эпидермиса, наименьшую пропускную способность устьиц, густое опушение (хотя трихомы имеют разное распределение). Боярышники вееровидный, Дутласа, точечный, и крупнолистный отличаются крупноклеточным адаксиальным и абаксиальным эпидермисом, тенденцией к увеличению пропускной способности устьиц, малым количеством устьиц на единицу поверхности, они не имеют трихом на поверхности листа или имеют их малое количество.

Боярышник густоцветковый отличается амфистоматическими листьями, что отмечается у ксерофитов, на адаксиальном и абаксиальном эпидермисе малое количество устьиц.

У 20 видов рода Боярышник на абаксиальной и адаксиальной поверхности листа обнаружены нежелезистые трихомы трех типов: одноклеточные, многоклеточные однорядные, пучковые.

Пучковые трихомы единичны, обнаружены у боярышника Принглей на адаксиальном эпидермисе, имеют 2 одноклеточных луча.

В тканях листа всех боярышников, кроме однопестичного, отмечены рядом с крупными жилками кристаллы оксалатов.

Список литературы

1. Бобореко Е.З. Боярышник. – Мн.: Наука и техника, 1974. – 224 с.
2. Борисова Е. А. Род боярышник (*Crataegus* L., Rosaceae) в городе Иванове // Вестник Ивановского государственного университета 3 / 2004. – С. 18.
3. Васильев Б.Р. Строение листа древесных растений различных климатических зон / Б.Р. Васильев / Под ред. В.М. Шмидта. – Л.: Изд. Ленинградского университета, 1988. – 208 с.
4. Вафин Р. В., Путенихин В. П. Боярышники (интродукция и биологические особенности). – М.: Наука, 2003. – 224 с.
5. Джапаридзе Л.И. Практикум по микроскопической химии растений / Л.И. Джапаридзе. – М.: Государственное издательство «Советская наука», 1953. – 152 с.
6. Кентбаева Б.А. Эколого-физиологические особенности интенсивности транспирации различных видов боярышника / Б.А. Кентбаева // Плодоводство, семеноводство, интро-



дукция древесных растений: Материалы XII Международной научной конференции. – Красноярск: СибГТУ, 2009. – С. 44-48.

7. Кузнецов, М.Н. Адаптивный ответ устьичного аппарата листа черной смородины на загрязнение тяжелыми металлами / М.Н. Кузнецов, Л.В. Гольшккин // Состояние и перспективы развития ягодоводства в России : материалы Всерос. науч.-метод. конф., 19-22 июня 2006. – Орел: Изд-во ВНЛИСПК, 2006. – С. 344.

8. Кушниренко М.Д. Физиология водообмена и засухоустойчивости растений / М.Д. Кушниренко, С.Н. – Кишинев: Штиинца, 1991. – 307 с.

9. Моргун В.В. Экофизиологические и генетические аспекты адаптации культурных растений к глобальным изменениям климата / В.В. Моргун, Д.А. Киризий, Т.М. Шадчина // Физиология и биохимия культурных растений к глобальным изменениям климата. – 2010. – Т. 42, № 1. – С. 3-21.

10. Резанова Т.А., Сорокопудов В.Н. Некоторые особенности анатомо-морфологического строения *Ribes americanum* Mill. // Биологически активные соединения природного происхождения: фитотерапия, фармацевтический маркетинг, фармацевтическая технология, ботаника : материалы междунар. науч.-практ. конф. – Белгород: БелГУ, 2008. – С.133-135.

11. Резанова Т.А. Морфо-анатомические и экологические особенности *Ribes americanum* Mill. при интродукции на юге Среднерусской возвышенности : автореф. дис. канд. наук. – Саратов, 2010. – 20 с.

12. Саданов А.К. Эколого-биологические аспекты водного режима боярышника / А.К. Саданов, Б.А. Кентбаева // Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений: материалы XII Междунар. науч. конф. – Красноярск: СибГТУ, 2009. – С. 103-107.

13. Соловьева, Н.М. Боярышник / Н.М. Соловьева, Н.В. Котелова. – М.: Агропромиздат, 1986. – 72 с.

14. Циновски Р.Е. Боярышники Прибалтики. – Рига: Зинатне, 1971. – 388 с.

15. Эсау, К. Анатомия растений / К. Эсау. – М.: Мир, 1969. – 572 с.

ADAPTIVE FEATURES OF THE SURFACE OF SHEET AT KINDS OF SORT *CRATAEGUS* L. (*ROSACEAE* JUSS.)

T.A. Rezanova
S. A. Baksutov

Belgorod National Research
University, Belgorod,
Pobedy str., 85.

e-mail: Rezanova@bsu.edu.ru,
baks922@rambler.ru

Morfo-anatomic research of sheet 20 of sort *Crataegus* L is conducted. In the conditions of the Belgorod region in a phenological phase formation of fruits. The sizes and the form of the basic cages epidermis, singular epidermis, plural epidermises parameters of stoma, are classified and described trichomes, crystals of oxalates are found out and described. Sort *Crataegus* L. are mesofits. However at many kinds is brightly vorozheny signs of stability to a drought.

Key words: *Crataegus*, epidermis, singular epidermis, plural epidermises, stoma, the basic cages, trichoma.



УДК 582.715:581.522.4

ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВНОСТИ ВИДОВ И СОРТОВ ПОДСЕМЕЙСТВА *SEDOIDEAE* BERGER (CRASSULACEAE DC.) НА ЮГО-ЗАПАДЕ РОССИИ¹

О.Н. Орлова
О.А. Сорокопудова

Белгородский государственный
национальный исследовательский
университет, г. Белгород,
ул. Победы, 85.

e-mail:
orlova-belgorod@yandex.ru,
Sorokopudova@bsu.edu.ru

В данной статье дана оценка успешности интродукции 25 видов и сортов очитковых по хозяйственно-биологическим признакам в условиях Белгородской области. Большинство изученных очитковых относятся к очень перспективным и перспективным видам и рекомендуются к широкому использованию в озеленении на юго-западе России. К малоперспективным отнесены виды *S. rupestre*, *S. sediforme*, *S. sarmentosum*, *H. spectabile*.

Ключевые слова: очитковые, интродукция, перспективность, декоративность, озеленение.

Введение

Интродукция растений является одним из важных этапов обогащения ассортимента перспективными видами. Очитковые (*Sedoideae* Berger, Crassulaceae DC.) широко используются в ландшафтном озеленении благодаря высокой декоративности в течение всего вегетационного периода. Очитковые со стелющимися побегами являются почвопокровными культурами, не требующими скашивания и стрижки, и используются для альпийских горок, рокариев, рабаток, бордюров, фоновых куртин, в живых картинах, для вертикального озеленения, оформления клумб и различных композиций. Виды с прямостоячими побегами используются в миксбордерах, одиночных и групповых посадках, побеги вида *Hylotelephium spectabile* (Boreau) H. Ohba - и на срезку [1, 2]. Очитковые - неприхотливые растения, которые предпочитают легкие и бедные почвы, в большинстве случаев неприемлемые для других садовых культур, не требовательны к поливам и подкормкам. Они имеют высокий коэффициент размножения и быстро разрастаются, образуя сплошной покров [3].

Юг Черноземья отличается неустойчивым увлажнением – по статистике 6 месяцев из 10 являются засушливыми. Поэтому использование в озеленении засухоустойчивых многолетников позволяет не только улучшить эстетический облик городов и снизить уровень влияния неблагоприятных факторов среды, но и экономить на уходе за такими насаждениями. Для условий города разнообразие видов многолетних растений, которые в настоящее время используются для создания декоративных композиций, очень ограничено. Необходим поиск перспективных декоративных многолетников, поэтому для увеличения их ассортимента необходимо проведение комплексной оценки интродуцированных видов по хозяйственно-декоративным признакам.

Цель наших исследований – дать оценку успешности интродукции видов и сортов очитковых различного происхождения в условиях Белгородской области.

Объекты и методы исследования

Исследование проводили в 2008-2011 гг. на интродукционном участке Ботанического сада Белгородского государственного университета (г. Белгород). Объектами изучения являлись 25 видов и сортов родов *Hylotelephium* H. Ohba, *Phedimus* Raf., *Sedum* L. (*H. spectabile* (Boreau) H. Ohba, *H. telephium* subsp. *maximum* (L.)

¹ Работа выполнена в рамках ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 годы (госконтракт № 14.740.11.0739 от 12 октября 2010 г.).



Н. Ohba, *H. telephium* `Matrona`, *H. caudicola* (Praeger) Н. Ohba, *Ph. kamschaticus* (Fisch) 't Hart, *Ph. kamschaticus* f. *variegatum*, *Ph. kamschaticus* f. *album*, *Ph. spurium* (M. Bieb.) 't Hart (и три его сорта *Ph. spurium*¹, *Ph. spurium*², *Ph. spurium*³), *Ph. spurium* var. *variegatum*, *Ph. spurium* `Album`, *Ph. hybridus* (L.) 't Hart, *Ph. aizoon* L., *S. sediforme* (Jacq.) Pau, *S. acre* L., *S. acre* `Elegans`, *S. album* L., *S. album* f. *murale*, *S. sexangulare* L., *S. hispanicum* L., *S. rupestre* L., *S. rupestre* `Aureum`, *S. sarmentosum* Bunge). Названия видов приведены в соответствии с номенклатурой GRIN Taxonomy for Plants [4].

Очитковые культивировали в условиях открытого грунта на открытом участке, семенное размножение осуществляли рассадным способом. Перспективность интродукции видов и сортов оценивали с учетом хозяйственно-биологических и декоративных свойств растений по методике, разработанной в ГБС АН СССР для декоративных многолетников с некоторыми дополнениями [5].

Результаты и их обсуждение

Оценка видов проводилась по признакам, отражающим поведение и состояние растений при интродукции и имеющим наиболее существенное значение для практического применения. К числу этих признаков относятся: способность к семенному и вегетативному размножению, общее состояние растений и продуктивность цветения, устойчивость растений к вредителям и болезням, состояние после перезимовки. Оценка видов и сортов производилась путем суммирования показателей по всем изученным признакам. Каждый из признаков оценивали по 3-балльной 4-ступенчатой шкале, где 0 означает отсутствие исследованного признака (например, способности к семенному размножению), баллы от 1 до 3 соответствуют степени выраженности признаков.

По признаку «способность к семенному размножению» баллом 3 нами оценивались виды и сорта очитковых с обильным семеношением, баллом 2 – формы и сорта со стабильным семеношением, но средней семенной продуктивностью (30-60 %), баллом 1 – виды и сорта с ограниченным семеношением (семеношение малочисленное, нестабильное по годам), баллом 0 – виды и сорта, у которых семеношение отсутствует (семена не образовывались или были нежизнеспособными) (табл. 1).

По признаку «способность к вегетативному размножению» у видов родов *Sedum* и *Phedimus* учитывали окореняемость разнокачественных черенков (с верхушек, середины, базальных частей и из отрастающих боковых побегов). У видов и сортов *H. spectabile*, *H. telephium* subsp. *maximum*, *H. telephium* `Matrona`, *Ph. aizoon* кроме коэффициента размножения при делении куста учитывали возможность размножения листьями, листьями, снятыми с фрагментами стебля (листьями с «пяточкой») и листьями с развившимися у их оснований пазушными почками. Баллом 3 оценивали виды и сорта, успешно размножающиеся всеми перечисленными способами; баллом 2 – виды и сорта, размножающиеся лишь одним из перечисленных способов (только верхушечными черенками или делением куста), баллом 1 – виды с низким коэффициентом размножения любыми способами.

По признаку «устойчивость к болезням и вредителям» учитывали поражаемость и повреждаемость растений возбудителями болезней и вредителями в течение 2008-2011 гг. В этот период на объектах выявлен лишь один опасный вредитель – тля. Колонии тлей обнаружены на осях соцветий, стеблях и листьях, располагавшихся вблизи соцветий. Насекомые заселяют очитковые с июня в фазы бутонизации и цветения. Баллом 3 оценивались виды и сорта, на растениях которых тли обнаружено не было, баллом 2 – виды, на которых отмечалось единичное заселение растений вредителем (до 5-10 особей на 1 растении), баллом 1 - виды и сорта, которые заселены тлей до 50%, баллом 0 – виды и сорта, колонии тли на которых занимают более 50% поверхности осевых частей побегов (листьев, стеблей, соцветий).

По признаку «состояние растений после перезимовки» оценку проводили с учетом внешнего вида растений во время начала весеннего отрастания, их состояния после весенних возвратных заморозков и выпадов. Баллом 3 оценивали виды и сорта, у которых выпадов не наблюдалось, баллом 2 – виды, у которых за годы исследова-

ний отмечены единичные выпадения, баллом 1 – виды, у которых после перезимовки повреждалось и выпадало более половины особей.

При оценке признака «общее состояние растения» учитывали комплекс признаков, которые отражают внешний вид, продуктивность и продолжительность цветения в условиях культуры. Для более объективной оценки была составлена дополнительная таблица, характеризующая внешний вид растений, в том числе в фазу цветения с учетом числа генеративных побегов на 1 дм², диаметра соцветия, продолжительности цветения, изменчивости окраски листьев, продолжительности жизни листьев, вариантов использования в озеленении (табл. 2). Большинство признаков оценивали по 3-балльной шкале за исключением продолжительности цветения. Для оценки продолжительности цветения использовали 5-балльную шкалу, так как этот признак является одним из самых важных при общей оценке декоративности.

По числу генеративных побегов на 1 дм² балл 1 присваивали растениям с 1-5 генеративными побегами, балл 2 – с 6-10 побегами, балл 3 – с 11-16 побегами на 1 дм².

По диаметру соцветий баллом 1 оценивали виды и сорта с наименьшим диаметром соцветий – 2-7 см, баллом 2 – виды со средним диаметром – 8-13 см, баллом 3 – с диаметром соцветий более 14 см.

При оценке продолжительности цветения 1 балл присваивали отитковым, цветение которых длилось 13-16 дней, 2 балла – 17-20 дней, 3 балла – 21-24 дня, 4 балла – 25-28 дней, 5 баллов – более 29 дней.

При оценке изменчивости окраски листьев, учитывали привлекательность окраски листьев видов отитковых и ее изменчивость в течение вегетационного периода. Баллом 1 оценивали виды, у которых листья имеют только стабильную зеленую окраску в течение всего вегетационного периода, баллом 2 – растения с зелеными листьями, оттенки которых меняются в течение вегетационного периода (весной и осенью бордовые, светло-розовые, с желтым или красным оттенком, летом – зеленые), баллом 3 – виды, листья которых имеют несколько оттенков в течение всего вегетационного периода.

По облиственности побегов в течение вегетационного периода баллом 1 оценивали весенне-летне-осеннезеленые отитковые, у которых листья начинают отращивать в начале апреля и отмирают к концу октября, баллом 2 – летне-зимнезеленые виды и сорта, у которых с апреля до середины октября побеги облиственные, на зиму сохраняются только верхние розеточные листья, баллом 3 – летне-зимнезеленые растения, у которых побеги в течение всего года облиственные, на зиму сохраняются листья по всей длине побегов. Следует отметить, что из изученных представителей *Phedimus* и *Hylotelephium* вид *H. spectabile* и сорт *H. telephium* `Matrona` дольше – до начала ноября – сохраняют привлекательность.

При оценке способов использования в озеленении учитывали возможности применения видов и сортов отитковых в различных видах (группах) цветочного оформления: для создания зеленых фигур (1), в рокариях (2), миксбордерах (3), в качестве почвопокровных растений (4), растений для контейнеров (5), срезки (6). Баллом 3 оценивали виды и сорта, которые могут использоваться в большинстве видов цветочного оформления, баллом 2 – которые могут быть задействованы в 3-4 группах, баллом 1 оценивали отитковые, которые используются в 1-2 группах.

Итоговую оценку декоративности видов подводили путем суммирования показателей по выше перечисленным критериям. Баллом 3 оценивали виды с суммой 14-17 баллов; баллом 2 – виды с суммой 11-13 баллов; баллом 1 – менее универсальные виды, сумма баллов у которых составила 8-10.

Оценка перспективности видов отитковых проводилась путем суммирования баллов по всем изученным признакам. Суммарная оценка видов позволяет отнести их к одному из трех типов по успешности интродукции и перспективности в культуре: малоперспективные (5-8 баллов), перспективные (9-12 баллов) и очень перспективные (13-15 баллов).



Таблица 1

Оценка перспективности видов *Sedoideae*, сгруппированных по родам, в условиях лесостепи Черноземья, баллы

Название	Семенное размножение	Вегетативное размножение	Общее состояние растения	Устойчивость к family Aphididae	Состояние после перезимовки	Сумма баллов	Успешность интродукции*
Род <i>Phedimus</i> Raf.							
<i>Ph. kamtschaticus</i>	3	2	2	3	3	13	ОП
<i>Ph. kamtschaticus</i> f. <i>variegatum</i>	2	2	2	0	3	9	П
<i>Ph. kamtschaticus</i> f. <i>album</i>	2	3	2	1	3	11	П
<i>Ph. spurius</i>	3	3	3	0	3	12	ОП
<i>Ph. spurius</i> var. <i>variegatum</i>	2	2	2	1	3	10	П
<i>Ph. spurius</i> ¹	2	3	2	1	3	11	П
<i>Ph. spurius</i> ²	1	3	1	3	3	11	П
<i>Ph. spurius</i> ³	2	3	2	3	3	13	ОП
<i>Ph. spurius</i> 'Album'	3	3	2	3	3	14	ОП
<i>Ph. hybridus</i>	3	2	2	1	3	11	П
<i>Ph. aizoon</i>	3	2	1	1	3	10	П
Род <i>Sedum</i> L.							
<i>S. sexangulare</i>	3	3	2	3	3	14	ОП
<i>S. acre</i>	3	3	2	3	3	14	ОП
<i>S. acre</i> 'Elegans'	2	3	2	3	3	13	ОП
<i>S. sediforme</i>	0	3	2	0	3	8	МП
<i>S. hispanicum</i>	3	3	2	3	1	12	П
<i>S. sarmentosum</i>	0	2	2	3	1	8	МП
<i>S. rupestre</i>	0	3	2	0	2	7	МП
<i>S. rupestre</i> 'Aureum'	0	3	3	2	3	11	П
<i>S. album</i>	0	3	3	3	3	12	П
<i>S. album</i> f. <i>muralis</i>	0	3	3	3	3	12	П
Род <i>Hylotelephium</i> H. Ohba							
<i>H. spectabile</i>	0	3	2	0	3	8	МП
<i>H. caudicola</i>	1	2	2	3	3	11	П
<i>H. telephium</i> subsp. <i>maximum</i>	3	2	1	0	3	9	П
<i>H. telephium</i> 'Matrona'	0	3	3	0	3	9	П

* МП – малоперспективные виды, П – перспективные, ОП – очень перспективные



Таблица 2

Оценка декоративности видов *Sedoideae*, сгруппированных по родам, в условиях лесостепи Черноземья, баллы

Название	Характеристика цветения			Характеристика листьев		Использование в озеленении	Сумма баллов
	Число генеративных побегов на 1 дм ²	Диаметр соцветия	Продолжительность цветения	Изменчивость окраски листьев	Облиственность побегов в течение вегетационного периода		
Род <i>Phedimus</i> Raf.							
<i>Ph. kamtschaticus</i>	2	1	4	1	1	2	11
<i>Ph. kamtschaticus</i> f. <i>variegatum</i>	2	1	4	3	1	2	13
<i>Ph. kamtschaticus</i> f. <i>album</i>	2	1	4	1	2	2	12
<i>Ph. spurius</i>	2	1	5	2	2	2	14
<i>Ph. spurius</i> var. <i>variegatum</i>	1	1	4	3	2	2	13
<i>Ph. spurius</i> ¹	1	1	4	2	2	2	12
<i>Ph. spurius</i> ²	1	1	1	2	2	2	9
<i>Ph. spurius</i> ³	1	1	5	2	2	2	13
<i>Ph. spurius</i> 'Album'	2	1	4	2	2	2	13
<i>Ph. hybridus</i>	2	1	4	1	2	2	12
<i>Ph. aizoon</i>	1	1	2	1	1	2	8
Род <i>Sedum</i> L.							
<i>S. sexangulare</i>	3	1	2	1	3	3	13
<i>S. acre</i>	2	1	3	1	3	3	13
<i>S. acre</i> 'Elegans'	2	1	1	2	3	3	12
<i>S. sediforme</i>	2	1	1	2	3	3	12
<i>S. hispanicum</i>	3	1	1	2	3	3	13
<i>S. sarmentosum</i>	2	1	1	1	3	3	11
<i>S. rupestre</i>	1	1	1	2	3	3	11
<i>S. rupestre</i> 'Aureum'	1	1	3	3	3	3	14
<i>S. album</i>	3	1	5	2	3	3	17
<i>S. album</i> f. <i>muralis</i>	2	1	5	2	3	3	16
Род <i>Hylotelephium</i> H. Ohba							
<i>H. spectabile</i>	2	2	5	1	1	2	13
<i>H. caudicola</i>	1	1	5	1	1	2	11
<i>H. telephium</i> subsp. <i>maximum</i>	1	2	3	1	1	2	10
<i>H. telephium</i> 'Matrona'	1	3	5	2	1	2	14

Заключение

По результатам исследований большинство интродуцированных в Белгородскую область видов и сортов очитковых являются перспективными и очень перспективными. К очень перспективным (13-15 баллов) относятся *Ph. kamtschaticus*, *Ph. spurius*, *Ph. spurius*³, *Ph. spurius* 'Album', *S. sexangulare*, *S. acre*, *S. acre* 'Elegans'; к перспективным (9-12 баллов) - *Ph. kamtschaticus* f. *variegatum*, *Ph. kamtschaticus* f. *album*, *Ph. spurius* var. *variegatum*, *Ph. spurius*¹, *Ph. spurius*², *Ph. hybridus*, *Ph. aizoon*, *S. rupestre* 'Aureum', *S. hispanicum*, *S. album*, *S. album* f. *muralis*, *H. caudicola*, *H. telephium* subsp. *maximum*, *H. telephium* 'Matrona'. К малоперспективным отнесены виды *S. rupestre*, *S. sarmentosum*, *S. sediforme* и *H. spectabile*, набравшие по хозяйственно-биологическим признакам наименьшее число баллов (7-8). Виды *H. spectabile*, *S. rupestre*, *S. sediforme* оказались очень восприимчивыми к тле, вид *S. sarmentosum* является слабо зимостойким. Однако эти виды, вошедшие в группу малоперспективных, имеют высокую оценку декоративности (11-13 баллов).

Таким образом, для широкого использования в озеленении населенных пунктов на юго-западе России рекомендуем виды и сорта *Ph. kamtschaticus*, *Ph. kamtschaticus* f. *variegatum*, *Ph. kamtschaticus* f. *album*, *Ph. spurius*, *Ph. spurius* var. *variegatum*, *Ph. spurius*¹, *Ph. spurius*², *Ph. spurius*³, *Ph. aizoon*, *S. album*, *S. album* f. *muralis*, *S. rupestre* 'Aureum', *S. sexangulare*, *S. acre*, *S. acre* 'Elegans'. Виды *Ph. kamtschaticus* и *Ph. aizoon* можно легко размножать семенами.

Для садоводов-любителей рекомендуем более широкий ассортимент очитковых, включая менее перспективные, интересные в декоративном плане виды - *S. rupestre*, *S. sediforme*, *S. sarmentosum*, *S. hispanicum*, *H. caudicola*, *H. spectabile*, *H. telephium* subsp. *maximum*, *H. telephium* 'Matrona', для культивирования которых необходимы дополнительные агротехнические приемы (укрытие на зиму, полив при весенних засухах, обработка средствами защиты растений от вредителей).

Список литературы

1. Коновалова Т.Ю., Шевырева Н.А. Очитки и другие толстянковые. - М.: Издательство «Кладезь-Букс», 2006. - 95 с.
2. Карпионов Р.А. и др. Культурная флора травянистых декоративных многолетников средней полосы России: Атлас. - М.: Фитон+, 2011. - 432 с.
3. Лебедева М.В., Байгазина Д.Е., Абрамова Л.М. Седумы коллекции Ботанического сада города Уфы и их использование в озеленении // Биоразнообразие, пробл. его сохранения в Юж. регионе Респ. Башкортостан и на сопред. территориях. Ботанический сад-ин-т УНЦ РАН; Республика Башкортостан. - Стерлитамак, 2003. - С. 46-49.
4. Genera of Crassulaceae subfam. Sedoideae / United States Department of Agriculture. Germplasm Resources Information Network (GRIN). - 2007. - Режим доступа: <http://www.ars-grin.gov/cgi-bin/npgs/html/gnlist.pl?1764>.
5. Былов В.Н., Карпионов Р.А. Принципы создания и изучения коллекции малораспространенных декоративных многолетников // Бюл. Гл. ботан. сада. - 1978. - Вып. 107. - С. 80-86.

ESTIMATION OF PERSPECTIVITY SPECIES OF SUBFAMILY *SEDOIDEAE* BERGER (CRASSULACEAE DC.) IN THE SOUTHWEST OF RUSSIA

O.N. Orlova

O.A. Sorokopudova

Belgorod National Research University, Belgorod, Pobedy str., 85.

e-mail:

orlova-belgorod@yandex.ru,
Sorokopudova@bsu.edu.ru

The assessment of the 25 species and varieties of *Sedoideae* Berger with account valuable biological and economic properties as a result of cultivation in Belgorod region is given in this article. Most of the studied representatives are very promising and promising species, and are recommended for wide use in gardening in the south-west of Russia. The least promising are *S. rupestre*, *S. sediforme*, *S. sarmentosum*, *H. spectabile*.

Key words: *Sedoideae*, introduction, promising, decoration, landscaping.

УДК 582.715:581.522.4

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЦВЕТЕНИЯ НЕКОТОРЫХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА *CHAENOMELES* (THUNB.) LINDL В УСЛОВИЯХ ЧЦР¹

И.А. Навальнева
В.Н. Сорокопудов

Белгородский государственный
национальный исследовательский
университет, г. Белгород,
ул. Победы, 85.

e-mail: irina.navalнева@mail.ru,
sorokopudov@bsu.edu.ru

Проведено изучение биологических особенностей цветения некоторых представителей рода *Chaenomeles* (Thunb.) Lindl в Центрально-Черноземного региона. Описана суточная динамика раскрытия цветка в зависимости от метеоусловий. Определены фазы раскрытия и периоды функционирования цветка и его структур. Установлено строение морфологических параметров структурных составляющих цветка и их изменение в процессе его формирования.

Ключевые слова: *Chaenomeles japonica*, *Chaenomeles maulei*, цветение, экология.

Введение

Род *Chaenomeles* L. относят к семейству розоцветные (*Rosaceae*) подсемейству яблоневые (*Maloideae*). Строение цветков у выделенных форм видов рода *Chaenomeles* однообразно и свойственно большинству представителей семейства. Для них характерны актиноморфность, цветки обычно обоеполые, с пятичленными околоцветниками. Число тычинок, расположенных кругами, неопределенное. Чашелистики, лепестки и тычинки расположены по внутреннему краю более или менее ясно выраженной и обычно вогнутой, часто бокальчатой или блюдцевидной цветочной трубки – гипантия. Нижняя часть гипантия образована разросшимся цветоложем, а верхняя – сросшимися основаниями лепестков, чашелистиков и тычинок. В центре гипантия находится от одного до многих плодолистиков. Плодолистики срослись между собой и с гипантием, образуя нижнюю и полунижнюю завязь [2].

Соцветия рассредоточены по разному: по всему кусту или в центре куста. Могут обильно цвести лишь отдельные побеги или встречаться единичные цветки. Диаметр венчика относительно постоянен, от 2,5 до 3,5 см [4]. Сами цветки очень сильно различаются по колеру, форме лепестков и по степени махровости. Окраска венчика изменяется от белой (сорт «Калиф») до рубиново- и шарлахово-красной. Форма лепестков венчика видоизменяется от каплеобразной до квадратичной. У некоторых растений намечается явная тенденция к образованию махровости цветков за счет превращения в лепестки части тычинок внешнего круга или за счет лепестковидного разрастания и окрашивания чашелистиков; иногда и тот и другой метаморфоз встречаются одновременно. Цветки получают полумахровыми; декоративность их увеличивается [3].

Большинство розовых являются энтомофильными растениями, но в строении цветка они не имеют ярко выраженных приспособлений к различным агентам опыления. Цветки белые, розовые, ярко-красные, красноватые, реже желтые. Многие вырабатывают большое количество пыльцы или выделяют нектар, доступный разным насекомым. Нектароносная ткань часто имеет форму утолщенного диска на внутренней стороне гипантия между листом прикрепления тычинок и плодолистиков [4].

¹ Работа выполнена в рамках реализации и при финансовой поддержке Федеральной Целевой Программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 годы, проект № П267 «Скрининг морфолого-биологических особенностей растений рода *Chaenomeles* как основа создания адаптивного сортимента».



Цветки сидят на очень коротких цветоножках по несколько штук (до 6) в коротких кистях или одиночно, но очень тесно, что в дальнейшем ведет к тому, что и плоды часто плотно сжаты друг с другом [3].

В доступных нам литературных источниках приводятся лишь фрагментарные данные о цветении растений рода *Chaenomeles*.

Цель нашей работы – изучение биологических особенностей цветка растений рода *Chaenomeles*.

Объекты и методы исследования

Для полевых наблюдений за ходом распускания цветков в течение суток была использована методика В.Н. Година [1]. Слежение проводили за двумя представителями рода: *Ch. japonica* и *Ch. maulei*. Нумерованными этикетками отмечали по пять соцветий на пяти кустах на четырех участках, расположенных в различных частях Ботанического сада БелГУ. Наблюдение вели с восьми часов утра до восьми часов вечера. Каждые два часа отмечали общее количество распустившихся цветков во всех соцветиях, физиологическое поведение андроеца (вынос тычиночной нити и растрескивание пыльников) и гинецея (вынос рыльца, появление липкой смолистой капли и почернение рыльца пестика). Одновременно проводятся метеорологические наблюдения в те же сроки (температура, влажность воздуха). Температуру измеряли уличным термометром, влажность воздуха – аспирационным психрометром.

Результаты и их обсуждение

В условиях культуры формы рода *Chaenomeles* в генеративный период вступают в 2-3 летнем возрасте. Хеномелес относится к среднезацветающим – начинают цвести с апреля до июня. Массовое цветение продолжается примерно 15-20 дней. Один цветок айвы японской цветет в течение 3–7 дней. На одном побеге длиной около 50 см одновременно цветет до 70–80 цветков и обычно имеется еще 20–30 уже ярко окрашенных бутонов. На растении бывает до 1000 и более цветков. Такое обилие цветков особенно поразительно при весьма скромных размерах самого растения: 40–80 см в высоту, 100–120 см в поперечнике куста, у которого к тому же часто имеются всего лишь 3–4 обильно цветущие старые ветви.

У некоторых растений после окончания массового цветения, уже во время созревания плодов (сентябрь, октябрь), начинается вторичное цветение за счет спящих цветочных почек или за счет образования цветков на молодых удлинённых боковых побегах, возникающих из спящих почек на ветвях третьего года жизни. Цветки у айвы японской развиваются только на трехлетних побегах. Явление повторного цветения иногда принимает у отдельных растений характер ремонтантности.

В результате изучения биологии развития цветка данного рода выявлены 2 фазы его развития: тычиночная, пестичная и снова тычиночная. Повторение тычиночной фазы наблюдается в силу строения цветка, а именно наличие двух кругов тычинок, которые созревают и растрескиваются неодновременно.

Созревание андроеца (тычиночная фаза) состоит из моментов растрескивания пыльников и высыпания из них пыльцевых зерен. Пестичная фаза цветка представлена развитием пестика: выходом из бутона, созреванием рыльца и оплодотворением. Для растений рода *Chaenomeles* свойственна дихогамия в форме протерандрии.

Метеорологические данные на всех наблюдаемых участках были одинаковы. Наибольшее количество распускающихся цветов увеличивается к 18 ч дня, когда относительная влажность воздуха составляет 50,0 %, а температура воздуха достигает 23°C. Для всех участков отмечалась одна и та же тенденция: цветки, распустившиеся в день проведения наблюдения, закрывались к восьми часам вечера. Возможно, это обусловлено, прежде всего, уменьшением освещенности участков, снижением температуры и увеличением относительной влажности воздуха (рис. 1).

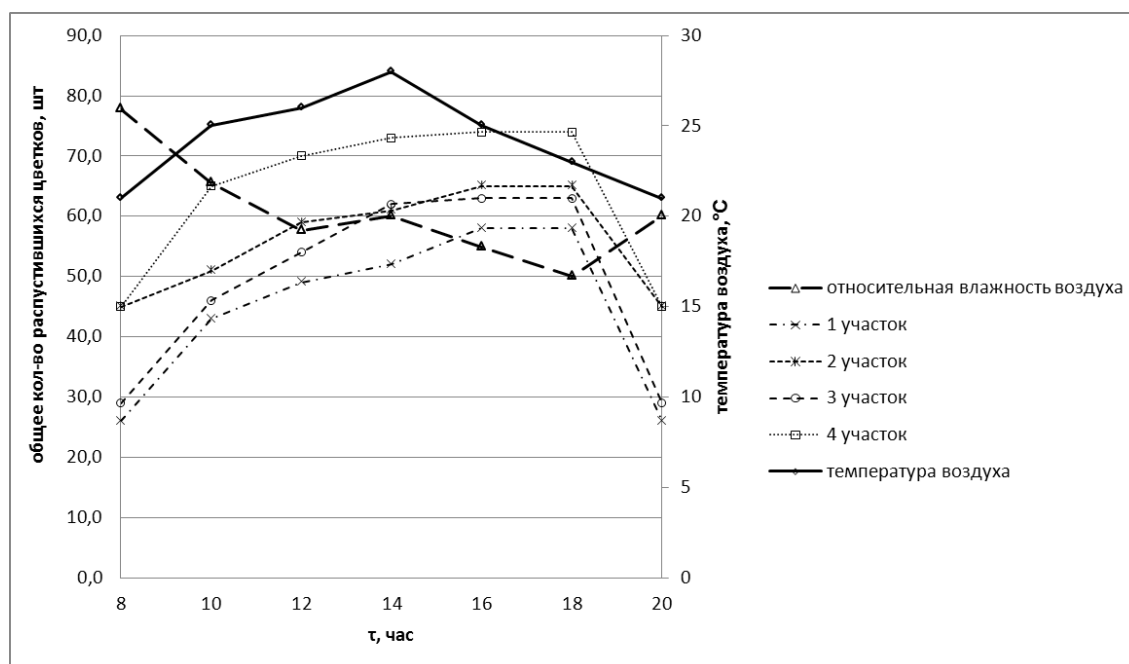


Рис. 1. Диаграмма зависимости общего количества распускания цветов от температуры и относительной влажности воздуха

Наблюдение вели целый день, начиная с восьми часов утра. Тычиночные нити, несущие пыльники, в цветке расположены в двух кругах. Внешний круг первым выносит пыльники, что происходит задолго до вытягивания рыльца гинецеем. Вынос пыльников первого ряда начинается с 10 часов утра и продолжается относительно недолго – 1-2 ч. В это время они растрескиваются по часовой стрелке. Для большинства цветков, уже распутившихся к моменту начала ведения наблюдения характерным является растрескивание пыльников в 12 ч дня. После этого наблюдается вынос рыльца пестика выше уровня пыльников первого ряда. Спустя примерно час на рыльце возникает липкая капля, что является свидетельством его готовности принимать пыльцу. Для растений рода хеномелес характерна гейтоногамия, т.е. оплодотворение цветка, происходит пыльцой другого цветка, потому как к моменту возникновения липкой капли на рыльце все пыльники внешнего ряда данного цветка растрескались, а внутренний ряд тычиночных нитей еще не выносит пыльники. После оплодотворения рыльце пестика начинает чернеть, окраска столбика от зеленой переходит в темно-красную и постепенно отмирает. Затем внутренний ряд тычиночных нитей выносит пыльники, которые также быстро растрескиваются. С момента распускания цветка до оплодотворения проходит примерно двое-трое суток.

Распределение мужских (тычиночных) и обоеполых цветков неоднородное (рис. 2). Три участка, в частности 1, 2 и 6 расположены на большом расстоянии друг от друга и от четырех оставшихся, поэтому процентное содержание мужских и обоеполых цветков в соцветиях отвечает равномерному распределению. В данном случае можно говорить о том, что переопыление с других участков маловероятно. Близкое расположение по отношению друг к другу участков 3, 4, 5 и 7 доказывает, что возможен перенос пыльцы с растений одного участка на растения другого. Это объясняется различным соотношением мужских и обоеполых цветков на данных участках. В данном случае, источником пыльцы являлись цветки участков 3 и 5.

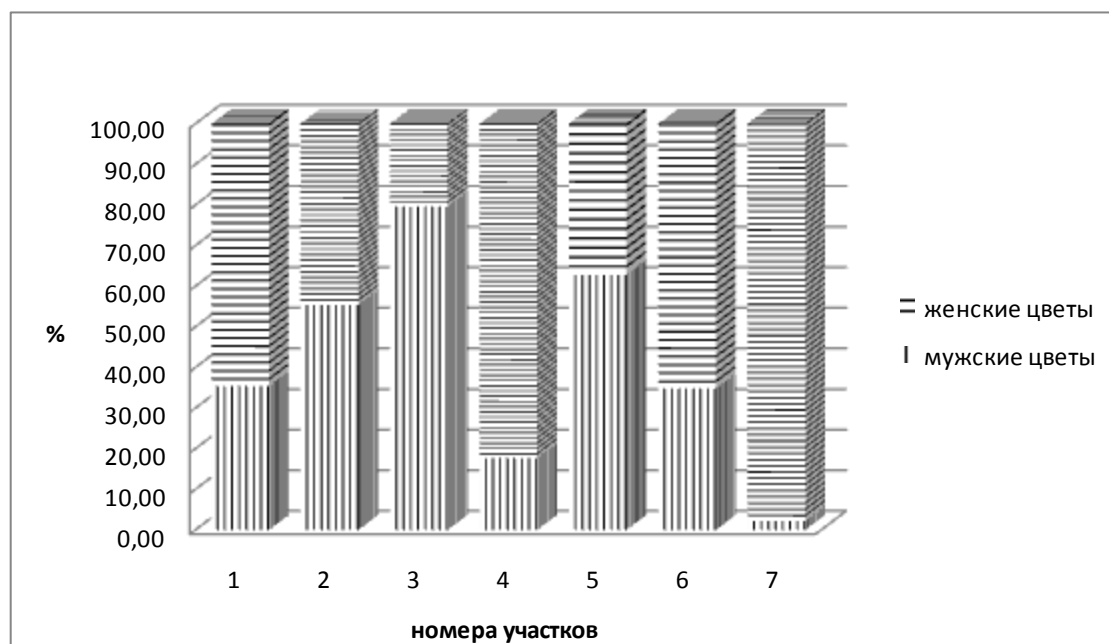


Рис. 2. Процентное распределение тычиночных (мужских) и обоеполых цветков в соцветиях

Было установлено, что соцветие у растений рода *Хеномелес* брактеозное – кисть (рис. 3).



Рис. 3. Соцветие хеномелеса – кисть

Цветки растений рода *хеномелес* могут быть как однополые (тычиночные), так и обоеполые. Для них характерна однодомность. Цветки симметричные, актиноморфные. Цветоножки толстые и очень короткие, в соцветиях цветоножки между собой неравные. Они голые и гладкие.

Цветоложе вогнутое. По форме гипантия обоеполые цветки в ряду *хеномелеса* японского – *хеномелеса* прекрасного – *хеномелеса* китайского располагаются от чашевидного через тыквовидный до продолговатого. У однополых цветков форма гипантия приближается к чашевидной у мужских цветков и к тыквовидной – у женских цветков, хотя это распространено не для всех случаев. Функционально женские цветки со стерильными тычинками встречаются у *хеномелеса* реже, чем функционально мужские цветки без пестиков, которые в процентном отношении могут превосходить обоеполые.

Чашечка пятичленная, надпестичная, сросшаяся, пятилопастная, листовидная, воронковидная, непадающая, увядающая, голая.



Венчик раздельнолепестный, пятичленный. Лепестки яйце- и обратнаяйцевидные по форме. Венчик опадающий. Он имеет яркую окраску. По колеру одноцветный и однотонный. Отличие отмечается только у сорта «Калиф» окраска венчика которого является окаймленной, по основному цвету он белый, имеет розовую кайму.

Андроцей многотычинковый (полимерный), свободный. Тычиночные нити прикреплены основанием к цветоложу. По положению относительно геницея тычинки надпестичные, расположены они скученно, несросшиеся. Тычинки отогнутые, неравные, короче пестика. Тычиночная нить прямая, шиловидная, тонкая, длинная, голая. Связник является продолжением тычиночной нити. Соединение пыльника с нитью точечное, ниже середины. Пыльник четырехгнездный. Теки сближенные, верхушечные, равные. По форме эллиптические, несросшиеся. Растрескивание двуцелое, плодольное, открывающееся наружу.

Геницей лизикарпный, пентамерный. Завязь нижняя, продолговатая, гладкая, голая, пятигнездная. Столбик прямостоячий, терминальный, прямой, очень длинный и тонкий, нитевидный, голый, опадающий. Рыльце верхушечное, по размеру – маленькое, трехлопастное с продолговатыми лопастями, полушаровидное. Для хеномелеса характерным признаком является частичное или полное срастание пестиков в колонку. Столбики срастаются в основании или наполовину длины и более, в отличие от айвы обыкновенной, столбики которой не срастаются, а только соединены волосками опушения. Количество пестиков обычно соответствует числу плодолистиков и составляет в норме пять, хотя нередко их бывает больше. Слившиеся плодолистики образуют завязь, гнезда внутри которой, равные по числу плодолистиков, содержат примерно по 20 семяпочек каждое.

Было установлено, что органы цветка в зависимости от фазы бутонизации имеют различные морфометрические параметры. Так в процессе роста, развития бутона и раскрытия его в цветок диаметр изменяется от 4,35 до 13,27 мм, длина бутона увеличивается с 4,56 по 16,40 мм. Верхушечный бутон всегда имеет более короткую цветоножку, поэтому ее длина изменяется в пределах от 2,50 до 11,83 мм. Лепестки увеличиваются в размерах и к моменту распускания цветка они достигают значительных размеров: 12,66*8,45-16,80*13,25 мм² (ширина лепестка определялась по самой широкой его части). Пестик в процессе развития бутона практически не изменяется, при вскрытии бутона он зигзагообразно сложен внутри бутона, при расправлении длина столбика составляет 11,55±0,13 мм, а толщина – 1,00±0,00 мм. Завязь имеет треугольную форму с вершиной внизу, диаметр составляет 3,30±0,15 мм, длина – 4,82±0,08 мм. Пыльники плотно прилегают друг к другу, длина – 1,92±0,06 мм, ширина – 1,06±0,08 мм (табл. 1).

Таблица 1

Морфометрические параметры цветка хеномелеса

Морфометрические параметры	Размеры, мм
Диаметр бутона	от 4,35 ± 0,10
	до 13,27 ± 0,25
Длина бутона	от 4,56 ± 0,06
	до 16,40 ± 0,63
Длина цветоножки	от 2,50 ± 0,05
	до 11,83 ± 0,08
Длина лепестков	от 12,66 ± 0,18
	до 16,80 ± 0,05
Ширина лепестков	от 8,45 ± 0,14
	до 13,25 ± 0,06
Длина столбика пестика	11,55 ± 0,13
Толщина столбика пестика	1,00 ± 0,00
Диаметр завязи	3,30 ± 0,15
Длина завязи	4,82 ± 0,08
Длина пыльника	1,92 ± 0,06
Ширина пыльника	1,06 ± 0,08

Заклучение

Таким образом, для растений рода *Chaenomeles* характерными особенностями являются: продолжительный процесс оплодотворения, гейтоногамия и энтомофилия, дихогамия в форме протерандрии, неравномерное распределение однополых и обоеполых цветков в пределах участка, на котором произрастают кусты, соцветие – кисть, строение цветка сходно со строением представителей подсемейства яблоневые и имеет морфологические особенности роста и развития цветка.

Список литературы

1. Годин В.Н. Антэкологические особенности половых форм *Pentaphylloides Fruticosa* (L.) O. Schwarz, выращиваемого в Новосибирске // Растительные ресурсы. 2003. Т. 39. Вып. 4. С. 68-76.
2. Жизнь растений. В 6-ти т. Т. 5 (2). Цветковые растения. – М.: Просвещение, 1981. 511 с.
3. Меженский В.Н. Хеномелес. – М.: ООО «Изд-во АСТ»; Донецк: Сталкер, 2004. – 62 с.
4. Сорокопудов, В.Н. Навальнева, И.А., Айва японская – перспективное декоративное и плодовое растение для центрально-Черноземной зоны России // Декоративное цветоводство России: Матер. Всерос. науч.-практ. Конференции «декоративное садоводство России: состояние, проблемы, перспективы», 24-27 июня 2008г. Сочи, 2008. С. 402-406.

BIOLOGICAL FEATURES OF SOME ALGAL GENUS *CHAENOMELES* (THUNB.) LINDL UNDER CHTSR

I.A. Navalneva
V.N. Sorokopudov

Belgorod National Research
University, Belgorod,
Pobedy str., 85

e-mail:
irina.navalneva@mail.ru,
sorokopudov@bsu.edu.ru

The study of biological characteristics of flowering of some members of the genus *Chaenomeles* (Thunb.) Lindl in the Central Black Earth Region. We describe the daily dynamics of the flower opens, depending on weather conditions. Defined phases of deployment and period of the flower and its structures. The structure of morphological parameters of the structural components of the flower and the change in the process of its formation.

Key words: *Chaenomeles japonica*, *Chaenomeles maulei*, flowering, ecology.



УДК 634.722:582.717

СЕМЕНОШЕНИЕ НЕКОТОРЫХ СОРТОВ *RIBES RUBRUM* L. В УСЛОВИЯХ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ¹

Л.А. Тохтарь
В.Н. Сорокопудов

Белгородский государственный
национальный
исследовательский
университет, г. Белгород,
ул. Победы 85

E-mail: sorokopudov@bsu.edu.ru

Изучена семенная продуктивность сортов красной смородины *Ribes rubrum* L. в условиях Белгородской области. Сорта разделены по группам: малосемянные, среднесемянные и многосемянные. Определена доля семян от массы ягод как перспективное направление в селекции на малосемянность.

Ключевые слова: *Ribes rubrum* L., семена, доля семян от массы ягод, масса семян

Высокие потребительские качества ягод красной смородины наряду с такими показателями как десертный вкус, привлекательный внешний вид, высокое содержание биологически активных веществ, определяет также количество семян в ягодах, их масса и доля [1].

Одним из направлений современной селекции красной смородины является получение сортов, содержащих в ягодах малое количество мелких семян с мягкой оболочкой, с тем, чтобы доля семян в ягодах была незначительной [2]. Эта задача особенно актуальна для ягод десертных сортов, предназначенных для употребления в свежем виде.

Исследования проводились на территории ботанического сада Белгородского государственного университета. В ходе коллекционного сортоизучения красной смородины наряду с исследованиями фенологии, особенностей роста и плодоношения, химического состава плодов, нами была проведена оценка семенной продуктивности сортов смородины по таким показателям, как число семян в ягоде, масса 1000 семян и доля семян от массы ягоды. Всего в изучении находилось 27 сортов и 2 отборных сеянца [3].

По количеству семян в плодах они были разделены на три группы: малосемянные (в ягоде до 5 штук семян), среднесемянные (от 5 до 8 штук), многосемянные (более 8 штук) [4].

Результаты исследований за 2007 год свидетельствуют о том, что число семян в ягодах различных сортов варьировало от 4,6 штук у сорта Осиповская до 9,3 штук у сорта Белка (табл. 1). К малосемянным сортам в 2007 году были отнесены сорта Фертоди (4,5), Осиповская (4,6), Джотун (4,7), Стефанс (4,8), что составило 14% от общего числа изученных сортов (табл. 2). К группе многосемянных в 2007 году было отнесено 7% испытуемых сортов – Белка (9,3) и Мармеладница (8,2). Остальные сорта, а это 83% от общего числа, были отнесены нами к среднесемянным.

Таблица 1

Число семян в ягодах красной смородины

Название сорта	Семян, штук				Среднее± станд.откл	Козф. вариации
	2007	2008	2009	2010		
Алтайская красная	5,5	4,0	5,2	4,7	4,86±0,66	14
Английская белая	8,0	5,3	2,8	5,0	5,28±2,14	41
Баяна	6,7	5,3	4,2	5,8	5,53±1,05	19

¹ Работа выполнена в рамках реализации и при финансовой поддержке Федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 гг., госконтракт № П508 от 14.05.2010 «Разработка технологии изостатического прессования продуктов растительного происхождения».



Белая Смоляниновой	5,8	7,0	6,0	7,1	6,48±0,68	10
Белка	9,3	8,8	7,0	7,4	8,12±1,12	14
Валентиновка	5,3	3,7	4,3	4,7	4,52±0,65	14
Виксне	7,0	5,8	4,1	6,8	5,92±1,32	22
Голландская белая	6,7	4,8	3,0	4,3	4,7±1,54	33
Голландская розовая	6,5	11,7	7,7	9,0	8,72±2,22	25
Джотун	4,7	5,00	3,2	5,4	4,57±0,97	21
Джонхир Ван Тетс	5,7	4,4	4,8	5,0	4,95±0,56	11
Императорская желтая	5,3	4,6	3,3	4,3	4,36±0,85	20
Красная Кузьмина	6,6	8,0	7,5	8,4	7,63±0,78	10
Мармеладница	8,2	6,8	4,3	5,2	6,13±1,73	28
Натали	5,0	5,2	4,7	5,4	5,06±0,30	6
Нива	6,3	9,3	8,0	6,4	7,50±1,43	19
Осиповская	4,6	3,9	3,5	4,3	4,06±0,47	15
Первенец	6,8	2,8	2,4	7,8	4,98±1,76	55
Плодородная из Пальнау	8,0	9,5	8,0	7,3	8,21±0,91	11
Розе Чайер	6,0	4,6	6,2	6,6	5,84±0,87	15
Рубин	5,3	6,5	4,9	5,0	5,42±0,74	14
Стефанс	4,8	5,6	4,3	5,4	5,02±0,60	12
Фертоди	4,5	6,8	3,3	2,8	4,35±1,78	41
Чотоква	6,5	5,6	6,5	5,4	6,01±0,57	10
Чудесная	5,5	3,8	4,9	4,4	4,64±0,74	16
Чулковская	6,7	4,4	3,1	4,6	4,7±1,48	32
1-63-22	5,5	4,4	3,4	4,8	5,54±0,86	19
56-2	7,2	6,0	8,6	7,7	7,11±1,31	17
Щедрая (контроль)	5,0	4,6	3,0	3,7	4,09±0,89	22

В 2008 году число семян в ягодах красной смородины изменялось по сортам от 2,8 штук (Первенец) до 11,7 (Голландская розовая). Доля малосемянных сортов в этом году оказалась значительно выше, чем в предыдущем и составила 41%. Значительно сократилось по сравнению с 2007 годом доля среднесемянных сортов, которая составила 45%. Это обусловлено тем, что часть сортов, отнесенных в предыдущем году к группе среднесемянных, в 2008 году содержали значительно меньше семян и вошли в состав группы малосемянных сортов. Это такие сорта как Алтайская красная, Валентиновка, Голландская белая, Джонхир Ван Тетс, Императорская желтая, Первенец, Розе Чайер, Чудесная, Чулковская, Щедрая, 1-63-22. В два раза по сравнению с предыдущим годом возросло количество многосемянных сортов, которое составило в 2008 году 14% от общего числа изученных сортов. Эта группа численно пополнилась за счет сортов, отнесенных в предыдущем году к среднесемянным – Голландская розовая, Нива, Плодородная из Пальнау.

Таблица 2

Группировка сортов красной смородины по малосемянности

Группа сортов	Соотношение групп сортов, %				
	2007	2008	2009	2010	Среднее за 2007-2010гг
Малосемянные (до 5 штук семян)	14	41	66	34	42
Среднесемянные (от 5 до 8 штук семян)	79	45	34	59	48
Многосемянные (более 8 штук семян)	7	14	-	7	10

Исследования 2009 года показали, что сортов с числом семян в ягодах более 8 (многосемянных), не оказалось вовсе. Число семян в ягодах в этом году варьировало от 2,8 штук у сорта Английская белая до 8 штук у сортов Нива и Плодородная из Пальнау. Большинство сортов (66%) содержало в ягодах менее 5 семян. Эта группа значительно пополнилась за счет сортов, отнесенных в 2008 году к среднесемянным. Остальные 34% сортов отнесены к среднесемянным.

В 2010 году в ягодах большинства сортов (59%) содержание семян находилось в пределах от 5 до 8 штук (среднесемянные). Доля малосемянных сортов составила 35%, а многосемянных всего 7%.



В среднем количество семян в ягодах красной смородины за все годы исследований находилось в пределах от 2,4 до 11,7 штук. По результатам испытаний за 2007-2010 годы доля малосемянных сортов составила 42%. Это такие сорта, как Алтайская красная, Валентиновка, Голландская белая, Джотун, Джонхир Ван Тетс, Императорская желтая, Осиповская, Первенец, Фертоди, Чудесная, Чулковская, Щедрая. Большая часть изученных сортов (48%) отнесена к среднесемянным - Английская белая, Баяна, Белая Смольяниновой, Виксне, Красная Кузьмина, Мармеладница, Натали, Нива, Розе Чайер, Рубин, Стефанс, Чотоква, 1-62-22, 56-2. Сорта Белка, Голландская розовая и Плодородная из Пальнау составили немногочисленную группу многосемянных сортов, на долю которой приходится 10 %.

Анализ коэффициента вариации сортов красной смородины по количеству семян показывает, что наименее стабильными по этому показателю за годы исследований оказались сорта Первенец (коэффициент вариации 0,55), Английская белая (0,41), Фертоди (0,41), Чулковская (0,32). Наименьшее варьирование данного значения было отмечено у сортов Натали (0,06), Белая Смольяниновой (0,10), Красная Кузьмина (0,10), Джонхир Ван Тетс (0,11), Плодородная из Пальнау (0,11), Осиповская (0,12), Стефанс (0,12), Белка (0,13), Рубин (0,14), Алтайская красная (0,14).

Среднее значение показателя массы 1000 штук семян за весь период исследований находилось в пределах от 4,8 г до 7,5 г. (табл. 3).

Таблица 3

Масса 1000 семян

Название сорта	Масса 1000 семян, г				Среднее±станд.откл	Коэф. вариации
	2007	2008	2009	2010		
Алтайская красная	6,00	7,33	5,32	5,50	6,06±0,91	15
Английская белая	6,45	7,42	5,20	5,72	6,20±0,96	16
Баяна	6,00	5,04	5,79	6,34	5,79±0,55	10
Белая Смольяниновой	6,12	7,14	4,81	5,05	5,78±1,07	19
Белка	6,12	8,49	4,80	5,33	6,19±1,63	26
Валентиновка	6,12	8,64	6,40	6,97	7,03±1,13	16
Виксне	5,83	8,00	4,80	6,40	6,26±1,34	21
Голландская белая	5,03	7,34	5,93	5,20	5,88±1,05	18
Голландская розовая	6,00	7,14	5,0	5,37	5,88±0,94	16
Джотун	6,35	9,33	8,3	5,90	7,47±1,62	22
Джонхир Ван Тетс	5,95	8,58	6,50	5,97	6,75±1,25	18
Императорская желтая	7,05	8,04	7,7	6,80	7,39±0,57	8
Красная Кузьмина	6,04	8,0	5,3	5,7	6,26±1,20	19
Мармеладница	6,88	8,63	6,00	5,80	6,83±1,29	19
Натали	5,56	7,54	4,6	5,34	5,76±2,56	22
Нива	5,75	7,03	4,30	6,25	5,83±1,15	20
Осиповская	8,07	8,90	6,20	6,00	7,29±1,42	19
Первенец	6,64	8,90	7,10	5,50	7,04±1,41	20
Плодородная из Пальнау	6,76	7,89	5,40	5,86	6,48±1,10	17
Розе Чайер	6,03	7,04	5,40	6,90	6,34±0,77	12
Рубин	5,00	6,25	5,90	4,50	5,41±0,80	15
Стефанс	5,90	7,14	5,33	5,90	6,07±0,76	13
Фертоди	5,80	7,82	4,55	5,71	5,97±1,36	23
Чотоква	5,04	6,02	3,85	4,23	4,79±0,96	20
Чудесная	6,02	7,0	5,90	6,4	6,33±0,49	8
Чулковская	7,75	8,09	6,50	6,78	7,28±0,76	10
1-63-22	6,01	6,68	5,00	5,80	5,87±0,69	12
56-2	5,32	6,25	4,2	5,00	5,19±0,85	16
Щедрая (контроль)	5,95	7,12	6,3	6,07	6,36±0,53	8

У большей части сортов (41%) масса 1000 штук семян составляла от 6 до 7 граммов. Около 38% всех изученных сортов имели массу 1000 штук семян менее 6 г. Это такие сорта как Чотоква (4,8 г), 56-2 (5,2), Рубин (5,4), Баяна (5,5 г), Белая Смольяниновой (5,8), Натали (5,8 г), Нива (5,8), Голландская белая (5,9 г), Голландская розовая (5,9 г), 1-63-22 (5,9 г).



Остальные сорта (21%) имели массу 1000 семян свыше 7 граммов. К ним относятся Джотун (7,5 г), Императорская желтая (7,4 г), Осиповская (7,3 г), Чулковская (7,3 г), Валентиновка (7,0), Первенец (7,0).

Коэффициент вариации сортов по данному показателю находился в пределах 0,08 – 0,26. Наименьшее варьирование по данному показателю отмечено у сортов Императорская желтая (0,08), Чудесная (0,08), Щедрая (0,08), Баяна (0,10). Наиболее существенная вариация массы 1000 штук семян была у сортов Белка (0,26), Фертоди (0,237), Натали (0,22), Джотун (0,22), Виксне (0,21).

Вкусовые качества ягод красной смородины в существенной мере зависят от того, какова доля семян в них. Чем она ниже, тем ягоды сочнее и наиболее пригодны к употреблению в качестве десерта как в свежем так и в замороженном виде.

За все годы исследований среднее значение доли семян от массы ягод составляло от 4,5 до 8,3% (табл. 4). До 5% семян содержалось в ягодах сортов Баяна (4,5%), Голландская белая (4,5%), Чотоква (4,5%), Щедрая (4,7%), Плодородная из Пальнау (4,9%). Доля семян в ягодах большинства сортов (76%) составляла от 5 до 7,5%. Наибольшее значение этого показателя отмечено у сортов Белая Смольяниновой (8,2%), Голландская розовая (8,3%), Джотун (7,6%), Розе Чайер (7,9%).

Максимальное значение коэффициента вариации по доле семян от массы ягоды отмечено у сортов Нива (0,23), Чотоква (0,22), Первенец (0,21). Наиболее стабильными по этому признаку были сорта Плодородная из Пальнау (0,04), Алтайская красная (0,07), Белая Смольяниновой (0,07).

Анализ коэффициента корреляции между изучавшимися показателями показал наличие слабой обратной корреляции между числом семян и массой 1000 штук семян ($r = -0,36$), слабой прямой корреляции между числом семян и долей семян ($r = 0,16$), слабой прямой корреляции между массой 1000 семян и долей семян от массы ягоды ($r = 0,31$).

Таблица 4

Доля семян от массы ягоды

Название сорта	Доля семян, %				Среднее ± станд.откл	Коэф. вариации, %
	2007	2008	2009	2010		
Алтайская красная	6,31	7,00	7,20	6,2	6,68±0,50	7
Английская белая	6,00	4,85	5,70	4,61	5,29±0,67	13
Баяна	4,50	5,30	3,90	4,40	4,53±0,58	13
Белая Смольяниновой	7,80	9,02	8,2	7,70	8,18±0,60	7
Белка	6,00	7,05	6,5	5,54	6,27±0,65	10
Валентиновка	7,00	7,85	6,1	5,35	6,58±1,09	17
Виксне	5,35	8,2	4,9	4,80	5,81±1,61	28
Голландская белая	4,65	6,03	4,1	5,2	4,50±0,82	16
Голландская розовая	7,75	8,34	7,9	9,0	8,25±0,56	7
Джотун	7,04	8,70	8,00	6,80	7,64±0,88	12
Джонхир Ван Тетс	6,00	8,10	6,48	5,80	6,60±1,04	16
Императорская желтая	5,34	6,80	7,40	6,10	6,41±0,89	14
Красная Кузьмина	6,20	7,88	6,86	6,48	6,86±0,73	12
Мармеладница	6,40	8,84	6,90	6,50	7,16±1,14	16
Натали	6,05	8,70	6,14	7,20	7,02±1,23	18
Нива	4,85	7,70	5,62	4,90	5,77±1,34	23
Осиповская	5,51	7,88	7,00	6,60	6,75±0,98	15
Первенец	5,16	7,20	4,8	7,10	6,07±1,26	21
Плодородная из Пальнау	5,00	5,23	4,70	4,90	4,96±0,22	4
Розе Чайер	7,14	8,68	7,60	8,08	7,86±0,66	8
Рубин	6,00	7,08	6,5	7,50	6,77±0,66	10
Стефанс	4,85	6,60	4,70	5,80	5,49±0,89	16
Фертоди	4,92	6,76	5,00	5,71	5,60±0,85	15
Чотоква	4,06	4,73	3,49	5,80	4,52±0,99	22
Чудесная	5,18	7,04	6,46	7,43	6,53±0,98	15
Чулковская	5,16	8,12	6,10	6,89	6,57±1,25	19
1-63-22	5,12	6,05	4,70	4,70	5,14±0,64	12
56-2	4,87	6,00	6,60	5,80	5,82±0,72	12
Щедрая (контроль)	3,88	5,30	4,40	5,16	4,69±0,67	14

Выводы

1. У большей части сортов (41%) масса 1000 штук семян составляла от 6 до 7 граммов. Массу 1000 штук семян менее 6 г имели 38% от изученных сортов: Чотоква (4,8 г), 56-2 (5,2), Рубин (5,4), Баяна (5,5 г), Белая Смольяниновой (5,8), Натали (5,8 г), Нива (5,8), Голландская белая (5,9 г), Голландская розовая (5,9 г), 1-63-22 (5,9 г). Массу 1000 семян свыше 7 граммов имели сорта (21%): Джотун (7,5 г), Императорская желтая (7,4 г), Осиповская (7,3 г), Чулковская (7,3 г), Валентиновка (7,0), Первенец (7,0). Коэффициент вариации сортов по данному показателю находился в пределах 8 – 26. Наименьшее варьирование отмечено у сортов Императорская желтая (8), Чудесная (8), Щедрая (8), Баяна (10). Высокая вариация отмечена у сортов Белка (26), Фертоди (23), Натали (22), Джотун (22), Виксне (21).

2. За годы исследований среднее значение доли семян от массы ягод составляло от 4,5 до 8,3% у сортов: Баяна (4,5%), Голландская белая (4,5%), Чотоква (4,5%), Щедрая (4,7%), Плодородная из Пальнау (4,9%). Наибольшее значение этого показателя отмечено у сортов Белая Смольяниновой (8,2%), Голландская розовая (8,3%), Джотун (7,6%), Розе Чайер (7,9%). Максимальное значение коэффициента вариации по доле семян от массы ягоды отмечено у сортов Нива (23), Чотоква (22), Первенец (21). Наиболее стабильными по этому признаку выделены: Плодородная из Пальнау (4), Алтайская красная (7), Белая Смольяниновой (7).

3. Анализ коэффициента корреляции между изучавшимися показателями показал наличие слабой обратной корреляции между числом семян и массой 1000 штук семян ($r = -0,36$), слабой прямой корреляции между числом семян и долей семян ($r = 0,16$), слабой прямой корреляции между массой 1000 семян и долей семян от массы ягоды ($r = 0,31$).

Список литературы

1. Сорокопудов, В.Н. Биологические особенности смородины и крыжовника при интродукции / В.Н. Сорокопудов, Е.А. Мелькумова. – Новосибирск: РАСХН, Сиб. отд-ние, 2003. – 296 с.
2. Сорокопудов В.Н. Смородина красная в Белогорье / В.Н. Сорокопудов, Л.А. Тохтарь, В.В. Языкова – Белгород: «Полигерра», 2008. – 62 с.
3. Сорокопудов В.Н. Районированный сортимент садовых культур Белогорья: каталог / В.Н. Сорокопудов, В.В. Языкова, Н.Н. Маслова, Ю.В. Бурменко, Ю.Ю. Иванова, А.В. Головков, Л.А. Тохтарь, Е.А. Тулинова, Т.А. Резанова, Е.Н. Кирющенко, Н.В. Шаптала, М.Г. Ковалев, И.П. Анисимович – Белгород: Изд-во БелГУ, 2008. – 36 с.
4. Сорокопудов, В.Н. Эколого-биологические аспекты адаптации некоторых интродуцентов сем. *Grossulariaceae* Dumort. в / В.Н. Сорокопудов, Ю.В. Бурменко, Т.А. Резанова, Н.А. Мартынова, Л.А. Тохтарь, Н.Н. Маслова, Н.Г. Пацукова // Проблемы региональной экологии. – 2009. № 1. С. 111 – 117

SEED EFFICIENCY SOME GRADES *RIBES RUBRUM* L. IN THE CONDITION OF THE BELGOROD REGION

L.A. Tohtar
V.N. Sorokopudov

Belgorod National Research
University,
Belgorod, Pobedy str., 85

E-mail: sorokopudov@bsu.edu.ru

Seed efficiency of grades of red currant *Ribes rubrum* L is studied. In the conditions of the Belgorod region. Grades are divided on groups. The share of seeds from weight of berries as a perspective direction in selection on it is not enough seeds is defined.

Key words: *Ribes rubrum* L., seeds, a share of seeds from weight of berries, weight of seeds.

К ВОПРОСУ ВИДОВОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ РОДА *RIBES* L. В ЯКУТИИ

Т.С. Коробкова

Институт биологических проблем
криолитозоны СО РАН, 677980
гор. Якутск, пр. Ленина, 41

e-mail: korobkova_t@list.ru

Приведен обзор сведений по проблеме систематического положения видов смородины, произрастающих в Якутии. Уточненный список состоит из 8 видов: *R. fragrans* Pall., *R. procumbens* Pall., *R. dikuscha* Fisch, *R. pauciflorum* Turcz, *R. nigrum* L. spp *sibiricum* E. Wolf, *R. triste* Pall, *R. palczewskii* Pojark, *R. glabellum* Trautov. et Mey.

Ключевые слова: смородина, интродукция, ботанический сад, смородина колымская, смородина красная.

Уточнение видовой принадлежности растений, произрастающей в дикой флоре – задача не только научного значения, но и практического, т.к. наиболее ценные гибриды хозяйственно-полезных растений получают при использовании отдаленной гибридизации. Смородина распространена в Якутии, широко используется в пищевых и лекарственных целях. В связи с развитием селекционных работ, интродукции новых видов смородины уточнение видовой принадлежности дикорастущих видов представляется актуальным. В то же время Род *Ribes* до настоящего времени остается недостаточно разработанным в систематическом отношении. В силу того, что виды, входящие в одну секцию легко скрещиваются между собой, образуя схожие гибриды, их сложно систематизировать, определить принадлежность к определенному виду. Отмечается наличие видов-двойников, имеющих сходное строение цветка, но занимающих разные географические районы. Это касается видов обитающих в Европе, например *R. vulgare* (*R. rubrum*) и замещающих их видов, распространенных в Восточной Сибири, на Дальнем Востоке (*R. triste*).

При обработке видов рода *Ribes* для «Флоры СССР» А.И. Поярковой [11] все разновидности евразийского вида *R. rubrum* sense Jancz. были возведены в ранг вида и объединены в надвидовый филогенетический таксон – ряд *Rubrae* A.Pojark., относимые по приоритету к одному виду, *R. spicatum*. Вошедшие в состав ряда виды являются продуктом дифференциации в процессе исторического развития одного третичного видового типа, и замещают друг друга в широкой полосе холодного и умеренного поясов Евразии. В Англии – *R. spicatum*, в Средней и Восточной Европе до Волги (за исключением Севера) – *R. pubescens*, от Волги до Енисея – *R. hispidulum*, на севере Евразии, в восточной Сибири и северо-восточной Монголии – *R. acidum*, в восточном Забайкалье, бассейне Амура – *R. palczewskii* [3].

Наиболее неопределенное положение в систематике подрода *Ribesia* занимает смородина кислая. Приводим следующие определения вида по различным литературным источникам: *R. glabellum* (Trautov. et Meyer) Hedl, *R. rubrum* var *glabellum*, *R. acidum*, *R. spicatum* Robson, *R. hispidulum* (Jancz) Pojark – Смородина голенькая [1]; *R. acidum* Turcz. ex Pojark (*R. rubrum* Pojark) – С. кислая, красная кислица [13]; *R. rubrum* L. s. 1 – *R. acidum* Turcz. ex Pojark, *R. glabellum* – С. кислая, красная кислица [17]; *R. rubrum* L. s. 1 – *R. acidum* Turcz. ex Pojark, *R. hispidulum* (Jancz) Pojark, *R. palczewskii* (Jancz) A. Pojark, *R. spicatum* Robson s.str. – С. кислая, красная кислица [6].

Виды подрода *Eucoreosma* Jancz. в количестве 16 объединены в 5 рядов [2, 11, 13]. На Дальнем Востоке и Восточной Сибири в естественном виде произрастают следующие виды смородины черной: смородина дикуша (*R. dikuscha* Fisch.), смородина уссурийская (*R. ussuriense* Jancz.), смородина ключевая (*R. fontaneum* Bocz.), смородина малоцветковая (*R. pauciflorum* Turcz.), смородина моховка (*R. procumbens* Pall.), *R. nigrum* L. [16].

Полиморфный вид *R. nigrum* L. по мнению А. С. Равкина [13] насчитывает в составе европейского подвида 4 экотипа и 11 рас, в составе сибирского подвида – 4 экотипа с 10 расами. В настоящее время в систематике рода *Ribes* L. наметились тенденции в укрупнении видов. Некоторые видовые названия признаются синонимами, что затрагивает основные виды. В частности, виды *R. rubrum* L. и *R. vulgare* Lam. признаны в настоящее время синонимами, как и *R. pauciflorum* Jurcz, *R. nigrum* L. spp *europeum* Jancz, *R. nigrum* L. spp *sibiricum* E. Wolf. - синонимы *R. nigrum* L [6,19].

В Якутии видовой состав рода колеблется в зависимости от принимаемого объема вида теми или иными авторами и составляет от 6 до 8 видов. В Определителе высших растений Якутии выделяется один вид красной смородины, *Ribes acidum* Turcz. ex. Pojark [8]. П.А. Тимофеев разделил вид, и *Ribes glabellum* Hedl относит к викарирующему виду *Ribes acidum* Turcz. ex. Pojark. [17]. В настоящее время, основываясь на систематическом описании С.К. Черепанова «Сосудистые растения России и сопредельных государств» [18] якутские ботаники В.И. Захарова, Л.В. Кузнецова и др. [4] объединяют *Ribes glabellum* Hedl. и *Ribes acidum* Turcz. ex. Pojark в один вид *Ribes glabellum* Hedl. и дополнительно вводят *R. spicatum* Robson.

Приводим сводку видов рода в Якутии по различным источникам: *R. fragrans* Pall., *R. procumbens* Pall., *R. dikuscha* Fisch, *R. pauciflorum* Turcz, *R. triste* Pall., *R. acidum* (*R. rubrum* L., *R. glabellum* Trautov. et Mey), *R. palczewskii* Pojark [8].

R. fragrans Pall., *R. procumbens* Pall., *R. dikuscha* Fisch., *R. pauciflorum* Turcz. ex Pojark (*R. kolymense* (Trautov) Kom. ex Pojark, *R. cyanthiforme* Pojark), *R. triste* Pall., *R. glabellum* (*R. rubrum* var *glabellum* Trautov et Meyer, *R. acidum* Turcz. ex Pojark, *R. rubrum* auct non L.), *R. spicatum* subsp. *palczewskii* (Jancz.) (*R. rubrum* var. *palczewskii* (Jancz.), *R. palczewskii* (Jancz.) Pojark) [18].

R. fragrans Pall., *R. procumbens* Pall., *R. dikuscha* Fisch., *R. nigrum* var. *pauciflorum* Jancz, *R. nigrum* var. *kolymense* Trautov, *R. triste* Pall., *R. acidum* Turcz. ex Pojark, *R. spicatum* subsp. *Palczewskii* (Jancz.) Malyshev [17].

R. fragrans Pall., *R. procumbens* Pall., *R. dikuscha* Fisch, *R. nigrum* (*R. kolymense* Kom. ex Pojark, *R. pauciflorum* Turcz ex Pojark), *R. triste* Pall., *R. rubrum* L. (*R. acidum* Turcz. ex Pojark, *R. hispidulum* (Jancz.) Pojark, *R. palczewskii* (Jancz.), *R. spicatum* Robson) [6].

R. fragrans Pall., *R. procumbens* Pall., *R. dikuscha* Fisch, *R. nigrum* L., *R. glabellum* Trautov et Mey, *R. triste* Pall., *R. spicatum* Robson; *R. palczewskii* (Jancz.) [4].

Если существование видов смородины черной моховой, лежачей, дикуши принимается всеми авторами, то малоцветковая, колымская, сибирский подвид черной смородины выступают как синонимы. Для красной смородины всеми признается красная смородина печальная.

Коллекция смородин в ботаническом саду начала формироваться в 70-х годах прошлого века, и представляет собой коллекцию формообразцов из различных районов ареалов видов. Основой генофонда рода *Ribes* L. являются генотипы, собранные в результате экспедиций сотрудников ботанического сада, ИБПК СО РАН и Якутского научного центра. Одним из направлений изучения генофонда являлось уточнение систематики видов рода и изучение внутривидовой таксономии ряда полиморфных видов [7, 12].

Столь долгое культивирование позволило установить закономерности изменчивости морфологических признаков видов смородины и выделить характерные для видов признаки по степени их изменчивости. Известно, что морфологические отличия видов проявляются в пределах нормы его генотипа и зависит в большей степени от экологических условий его произрастания. По большей части разновидности смородин представляют собой экотипы определенных видов. Так, в ботаническом саду произрастает форма колымского экотипа (табл.). (Коэффициент вариации морфологических признаков генеративных органов составляет 8-12, вегетативных – 15-20, что соответствует размаху изменчивости признаков в популяциях смородины малоцветковой [5]. Н.М. Павлова [10], а также А.Ш. Сабитов [14] также считают, что выделение смородины колымской в качестве самостоятельного таксона неправомерно.

Таблица

Сравнительная характеристика форм смородины малоцветковой, произрастающей в Якутском ботаническом саду

Вид, происхождение	Признаки			
	Габитус	Лист	Цветок	Ягода
<i>R. nigrum</i> var. <i>koly-mense</i> [Trautv] Kom. ex Rojark (Яно-Индибирский р-он, пос. Теплый Стан, р. Колыма)	небольшой куст (до 1м), раскидистый с тонкими светлыми ветвями	небольшие с туповатыми широкими лопастями, ширина равна или больше высоты. По жилкам железки	бокальчатой формы, желтоватые с продолговатыми железистыми чашелистиками, опушенными с нижней стороны. Лепестки на $\frac{1}{2}$ короче чашелистиков, кисти короткие, до 3 см с 3-6 цветками.	черные, с железками.
<i>R. pauciflorum</i> Turcz (интродуцирован в ЯБС в 1980 г из Яно-Индибирского р-она, 70 км. выше Зырянки, каменистый приречной склон горы)	широкий куст за счет образования поросли	ширина листа больше длины. Плотные, сверху голые, снизу опушены	Колокольчатые с продолговато-овальными лепестками, беловато-желтого цвета. Ось соцветия и цветки густо опушены. Кисти короткие или средние (до 3 - 6 см)	Круглые, бурые или черные с железками

При объединении систематических единиц не учитывается разнообразие форм, происходящих из различных мест произрастания, которое выявляется при длительном культивировании. Ареал *Ribes rubrum* L. всегда считался значительно большим по сравнению с ареалом вида *Ribes vulgare* Lam., и охватывал климатически-контрастные зоны, следовательно, привлечение в селекцию *Ribes rubrum* L. предполагало значительно больший размах изменчивости у форм по сравнению с *Ribes vulgare* Lam., несмотря на некоторое сходство этих двух видов. Это же является справедливым и в отношении *R. nigrum* spp *sibiricum* E. Wolf. и *R. pauciflorum* Jurcz.

Длительная интродукция вида позволяет выделить признаки общие для формообразцов. Выделение *R. spicatum* как самостоятельного вида на территории Якутии не подтверждаются данными по изучению изменчивости признаков *R. palczewskii* при интродукции. Основные отличия заключаются в признаках листа и цветка. В условиях культуры для *Ribes palczewskii* характерно неглубокое выемчатое основание листа, округлые лопасти, боковые лопасти наравне с центральным, красноватый листовой черешок, листья плотные Кисть плотная, длинная или короткая. Ось соцветия и цветоножки с густым опушением и железками. Цветоножки короткие. Окраска лепестков от зеленовато-желтых, красноватых до желтовато-коричневых почки овальной формы, с сильным густым войлочным опушением. Зачатки листьев зеленовато-бордовые. Буторки зачаточных цветков (9-15) светло-зеленые, с розоватыми крапинками, количество заложённых кистей от 1 – 3.

У листьев *R. spicatum* ширина превышает длину, глубокосердцевидное основание, листовой черешок красный, листовой черешок опушон, листья тонкие Кисть рыхлая, длинная, короткая, с небольшим опушением. Ось соцветия опушена Окраска лепестков желто-зеленая, чашелистики с розовыми жилками, пурпуровыми пятнами.

Таким образом, мы приходим к заключению, что на территории Якутии естественно произрастают виды *R. pauciflorum* Turcz, *R. fragrans* Pall, *R. procumbens* Pall, *R. dikuscha* Fisch, *R. nigrum* L. spp *sibiricum* E. Wolf., *Ribes glabellum* Hedl, *R. palczewskii* (Jancz.), *R. triste* Pall.

Список литературы

1. Арктическая флора СССР. – Л.: Наука, 1971. – Т.6. – С.228-230
2. Бочкарникова Н. М. Черная смородина на Дальнем Востоке. – Владивосток, 1973. – 184 с.
3. Володина Е.В. Классификатор рода *Ribes* L. подрода *Ribesia* (Berl.) Jancz. и *Eucosmosma* (Jancz.) Berg. Л., 1978. – 36 с.



4. Захарова В.И. и др. Разнообразие растительного мира Якутии: Изд-во СО РАН, 2005. – 328 с.
5. Коробкова Т.С. Интродукция смородины черной в Центральной Якутии: Автореф. дис... канд. биол. наук. Новосибирск, 2001. – 15 с.
6. Коропочинский И.Ю., Встовская Т.Н. Древесные растения Азиатской России. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2002. – 707 с.
7. Мамаев С.А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений. – М., 1972. – 284 с.
8. Определитель высших растений Якутии. – Новосибирск: Наука, 1974. – 542 с.
9. Павлова Н. М. Смородина. – Л.: Институт растениеводства и новых культур, 1930. – 196 с.
10. Павлова Н. М. Черная смородина. – М.; Л.: Наука, 1955. – 277 с.
11. Пояркова А.И. Смородина *Ribes L.* // Флора СССР. – М.; Л., 1939. – Т.9. – С. 226-267
12. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. – Орел: Изд-во ВНИИ селекции плодовых культур, 1999. – 608 с.
13. Равкин А. С. Черная смородина. Исходный материал, селекция, сорта. – М.: МГУ, 1987. – 216 с.
14. Растительные ресурсы// Цветковые растения, их химический состав, использование. Семейство Крыжовниковые. – Л: Наука, 1987. – Т.3. – С.12-20.
15. Сабитов А.Ш. Полиморфизм и селекционное значение (смородина малоцветковая) в условиях Дальнего Востока России : Автореф. дисс. канд. биол. Наук. – Санкт-Петербург, 1994. – 22 с.
16. Сорокопудов В.Н., Соловьева А.Е., Смирнов А.С. Красная смородина в лесостепи приобья. – Новосибирск: Агробиосибирь, 2005. – 120 с.
17. Тимофеев П.А. Деревья и кустарники Якутии. – Якутск, 52 с.
18. Флора Сибири: *Berberidaceae – Grossulariaceae.* – Новосибирск: Наука, 1994. – Е.7. – 312 с.
19. Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств. – СПб.: Мир и семья, 1995. – 992 с.

ON THE ISSUE OF SPECIFIC IDENTIFICATION OF GENUS *RIBES* L. IN YAKUTIA

T.S. Korobkova

IBPC SD RAS, Lenina St., 41,
Yakutsk, 677007, Sakha, Russia

e-mail: korobkova_t@list.ru

A review of information on the problem of specific identification of genus *Ribes L.* growing in Yakutia region. The list consist of 8 species: *R. fragrans* Pall., *R. procumbens* Pall., *R. dikuscha* Fisch, *R. pauciflorum* Turcz, *R. nigrum L. spp sibiricum* E. Wolf, *R. triste* Pall, *R. palczewskii* Pojark, *R. glabellum* Trautov. et Mey.

Key words: black currant, introduction, botanical garden *Ribes kolymsense*, red currant.



УДК 582.572.226:575.224.46.044

МИТОТИЧЕСКАЯ ПОЛИПЛОИДИЗАЦИЯ АЗИАТСКИХ ГИБРИДОВ ЛИЛИЙ

Н.А. Лабунская¹**О.А. Сорокопудова²**

¹ ЭКЦ УМВД России по
Белгородской области, 308033,
г. Белгород, ул. Губкина 11 «б»

e-mail: Labunskaya@bsu.edu.ru

² Белгородский государственный
национальный исследовательский
университет, 308015,
г. Белгород, ул. Победы 85

e-mail: Sorokopudova@bsu.edu.ru

Для получения полиплоидных форм лилий, путем митотической полиплоидизации с воздействием раствора колхицина, были отобраны 22 сорта различного происхождения и один вид лилий. Уровень плоидности полученных форм лилий определяли путем измерений и сопоставлений длины замыкающих клеток устьичного аппарата и прямым подсчетом числа хромосом на давленных препаратах, приготовленных из верхушек подлуковичных корней. Установлено, что наиболее подвержены колхицинированию с образованием полиплоидных форм следующие исходные сорта: 'Connecticut King' (полученная форма имеет уровень плоидности $4n = 48$), 'Желтая Птица' (полученная форма имеет уровень плоидности $4n = 48$), 'Аэлита' (полученная форма имеет уровень плоидности $4n = 48$).

Ключевые слова: лилия, полиплоидия, подсчет числа хромосом, митотическая полиплоидизация, колхицин.

Введение

Большинство видов лилий имеют одинаковое число хромосом $2n=24$, и только у *L. lancifolium* Thunb., *L. rhodopaeum* Delip., *L. szovitsianum* Fisch. et Ave-Lall. в природе обнаружены триплоидные цитотипы ($2n=36$) [1,2].

Исследованием полиплоидизации ученые занимаются более полу века. Преимущество полиплоидов у декоративных растений, в частности лилий в том что наблюдается увеличение растений, цветков, изменяется структура тканей, текстура листочков околоцветника, что очень важно для успешной транспортировки растений, цветок становится очень плотным, «восковым», медленнее увядает. Многие полиплоидные гибриды обладают более интенсивной окраской листьев, полиплоиды лилий более устойчивы к вирусным и другим болезням [3-5], способны лучше переносить суровые климатические условия (среди всех цветковых растений в арктических широтах полиплоиды составляют более 70%, на Памире – 86%, на Алтае – 65%) и лучше приспособлены к неблагоприятным местам обитания; они могут устоять перед более широким диапазоном температур и влажности, чем диплоиды [6-8].

Объекты и методы исследования

На базе Белгородского государственного университета в 2006-2010 гг. была предпринята попытка создания полиплоидных форм лилий путем митотической полиплоидизации с воздействием раствора колхицина [9].

Для получения полиплоидных форм были отобраны 22 сорта различного происхождения и один вид лилий: ЛА (Longiflorum/Asiatic) гибриды ('Algarve', 'Royal Delight', 'Royal Drim', 'Royal Fantasy', 'Royal Justice', 'Royal Sunset', 'Showroom', 'Spirit', '84-592'), Азиатские гибриды ('Аэлита', 'Диадема', 'Желтая Птица', 'Корона', 'Лионелла', 'Наина', 'Новелла', 'Отрада', 'Форте', 'Эмблема', 'Connecticut King', 'Rosello'), Трубочатый гибрид, вид *Lilium henryi* Baker.

Уровень плоидности форм, сортов и гибридов лилий определяли путем измерений и сопоставлений длины замыкающих клеток устьичного аппарата (на свежем и фиксированном материале) с использованием шкалы для окуляра и объект-микрометра ОМП и прямым подсчетом числа хромосом на давленных препаратах, приготовленных из верхушек подлуковичных корней [9].

С целью проведения полиплоидизации чешуи были сняты с луковиц лилий и помещены во влажные и теплые условия до образования каллуса. На 10-й день при

появлении признаков образования каллуса основания чешуй погружали в 0,2 % раствор колхицина на 6 часов, затем промывали 3 раза дистиллированной водой и вновь выдерживали во влажных, теплых условиях с целью дальнейшего образования лукович-деток.

Результаты и их обсуждение

После колхицинирования на 5-й день на внутренней базальной части большинства чешуй было заметно образование луковичек, кроме вида *L. henryi*, сортов 'Эмблема' и 'Отрада', у которых луковицы-детки образовывались позже.

Часть сформировавшихся луковиц-деток была со специфическим строением, свойственным полиплоидам – чешуи, особенно нижние, визуальнo короче и с более широким основанием, форма зачаточной почки не удлинeнная, а в виде «розочки» (рис. 1, 2).



Рис. 1. Нормальная луковица-детка



Рис. 2. Полиплоидная луковица-детка – «розочка»

Спустя 1,5 месяца после колхицинирования чешуи с образовавшимися луковичками-детками были высажены в открытый грунт.

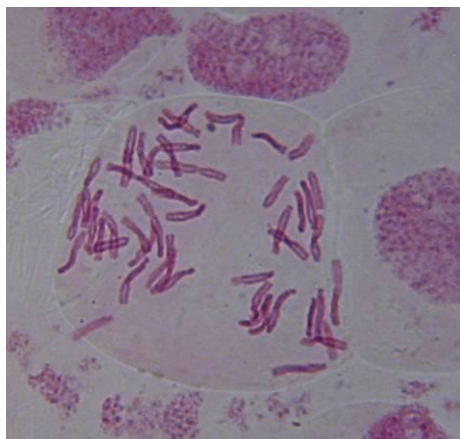
Через год после посадки луковичек, образовавшихся после колхицинирования чешуй, зацвели растения трех сортов ('Отрада', 'Royal Delight', 'Новелла') из 22 сортов и одного вида лилий. Большинство экспериментальных растений в этот год находились в виргинильном возрастном состоянии.

Особь сорта 'Отрада' имели более крупные и плотные листья, лепесточки околоцветника, гинецей по сравнению с исходной диплоидной формой. Замыкающие клетки устьиц (ЗКУ) листовых пластинок у таких особей были длиннее, чем у обычных растений этого сорта в среднем на 48,5%.

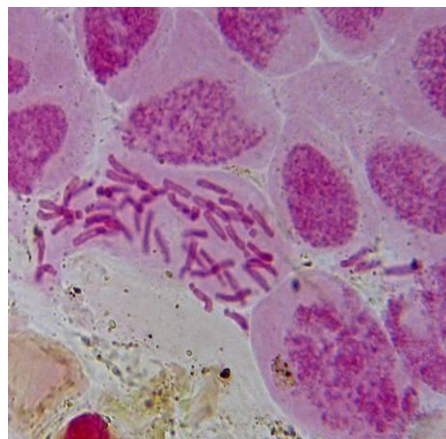
Генеративные побеги особей сортов 'Royal Delight' и 'Новелла' в первый год цветения не проявили ярко выраженных отличительных признаков по сравнению с исходными формами. Не обнаружено контрастных различий и по длине ЗКУ. Повидимому, полиплоидные луковицы-детки этих сортов обладали невысокой жизнeнностью и зимостойкостью; в основном, отрастали побеги из луковичек, не подвергшихся полиплоидизации. Луковички с морфологическими признаками полиплоидии, сформировавшиеся при участии колхицина, следует доращивать в более благоприятных для роста и развития условиях.

На второй год после посадки, у каждого полученного растения, независимо от его биологического возраста, были проведены учеты длины ЗКУ. При выявлении у растений ЗКУ, контрастно отличающихся от исходной формы, проводили дополнительно подсчет хромосом в корешках. Так, ЗКУ у колхицинированных растений сорта 'Желтая Птица' (3 растения) были на 30%, 31%, 48% больше исходного сорта, 'Аэлита' – на 37%, 'Connecticut King' (2 растения) – на 60% и 72%, 'Диадема' (2 растения) – на 31% и 49%, 'Отрада' (2 растения) – на 62% и 60%, 'Корона' – на 57%.

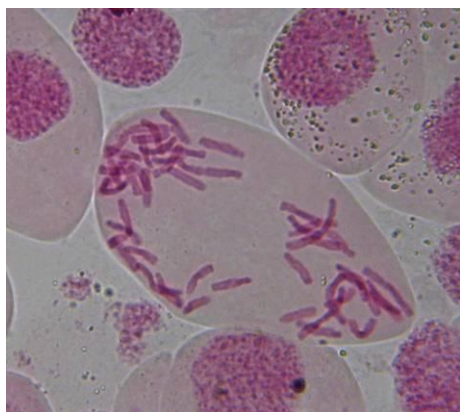
По длине ЗКУ таких лилий можно было предположить, что все они являются полиплоидами. Для окончательного утверждения был проведен подсчет хромосом на давленных препаратах, который показал, что из 14 предполагаемых полиплоидов (у форм с длиной ЗКУ превышающую 25% от длины ЗКУ исходного сорта) истинными оказались 4: 'Желтая Птица' ($4n = 48$) (рис. 3а), 'Аэлита' ($4n = 48$) (рис. 3б), 'Connecticut King' ($4n = 48$) (оба растения, рис. 3 в,г).



а



б



в



г

Рис. 3. Набор хромосом у экспериментально полученных полиплоидов (а – у сорта 'Желтая Птица', б – у сорта 'Аэлита', в, г – у сорта 'Connecticut King')

Заключение

Таким образом, из 288 чешуй одного вида и 22 сортов лилий, подвергшихся митотической полиплоидизации 0,2% раствором колхицина в течение 6 часов, на второй год после обработки отросло 195 растений в условиях открытого грунта, из которых 6 растений пяти сортов оказались полиплоидными (2% от общего числа образовавшихся растений), что подтверждено данными цитологического анализа с предварительным измерением длины ЗКУ у срезанных листьев растений. Полиплоидные растения отличаются по длине ЗКУ которая превышает длину ЗКУ исходных сортов на 37-72%. Из числа полученных растений в результате колхицинирования исходных лилий наиболее подвержены колхицинированию с образованием полиплоидных форм следующие исходные сорта: 'Connecticut King' подвергся полиплоидизации на 66% от общего числа полученных растений этого сорта, 'Желтая Птица' - на 6%, 'Аэлита' - на 4%, остальные сорта участвующие в колхицинировании чешуй при данных условиях, оказались устойчивы, но это не исключает их способности к образова-



нию полиплоидных форм, вероятно, при подборке иных условий полиплоидизация вероятна.

Список литературы

1. Матвеева, Т.С. Полиплоидные декоративные растения / Т.С. Матвеева. – Л.: Наука, 1980. – 300 с.
2. Хромосомные числа цветковых растений / сост.: З.В. Болховских, В.Г. Гриф, О.И. Захарьева, Т.С. Матвеева и др. – Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1969. – 927 с.
3. Трунин, Л.Л. Онтогенетические изменения полиплоидизируемых растений смородины и крыжовника и идентификация полиплоидов на разных этапах развития / Л.Л. Трунин. – В кн.: Проблемы повышения эффективности современного садоводства. Кратк. тез. докл. Всесоюзн. науч. конф. молодых ученых. – Мичуринск, 1982. – С. 176-178.
4. Лилии. – Тула: Издательско-полиграфическое объединение «Лев Толстой», 1992. – 32 с.
5. Жукова, М. Полиплоидия орхидей / М. Жукова. – 2008. – Режим доступа: <http://www.molo.ru/articles,special,1,14.htm>.
6. Жимулев, И.Ф. Общая и молекулярная генетика: учеб. пособие для вузов / И.Ф. Жимулев; под ред. Е.С. Беляев, А.П. Акифьева. – 3-е изд., испр. – Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2006. – 479 с.
7. Клоц, Д.У. От создания мира / Д.У. Клоц. – 1998. – Режим доступа: http://svitlo.by.ru/biblioteka/ot_sozd_mira/ot_sozd_mira11.html.
8. Polyploidy. – 2003. – Режим доступа: <http://www.biologie.uni-hamburg.de/b-online/e37/37d.htm>.
9. Сорокорудова, О.А. Биологические особенности лилий в Сибири / О.А. Сорокорудова. – Белгород: Изд-во БелГУ, 2005. – 244 с.

MITOTIC POLYPLOIDY OF ASIATIC HYBRIDS OF LILIES

N.A. Labunskaya¹
O.A. Sorokopudova²

¹ ECC ministry of internal affairs of Russia for Belgorod region, Gubkina St. 11 "b", 308033, Russia

e-mail: Labunskaya@bsu.edu.ru

² Belgorod National Research University, Pobeda str., 85, Belgorod, 308015, Russia

e-mail: Sorokopudova@bsu.edu.ru

For reception polyploids of lilies, by mitotic polyploidy with the chemical solution of colchicine, 22 grades of a various origin and one kind of lilies have been selected. Indication of chromosome number in new polyploids forms of lilies defined by stomate size characteristic and calculation chromosome number from root tips. It is established that lilies, which are the most subject to colchicine effect therefore new forms are formed: 'Connecticut King' (chromosome number of received lilies form $4n = 48$), 'Yellow Bird' (chromosome number of received lilies form $4n = 48$), 'Aelita' (chromosome number of received lilies form $4n = 48$).

Key words: lily, polyploidy, the number of chromosomes, the mitotic polyploidy, colchicine.



УДК 581.6 : 631.527

ИНТРОДУКЦИЯ РОЗОВОЦВЕТКОВОЙ КРУПНОПЛОДНОЙ ЗЕМЛЯНИКИ (*FRAGARIA* × *ANANASSA* DUCH.) В ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Л.Л. Кузнецова¹
С. О. Батури²

¹ Новосибирский государственный аграрный университет, 630039, Новосибирск, ул. Добролюбова, 160

e-mail: childofsiberia@mail.ru

² Учреждение Российской академии наук Институт цитологии и генетики Сибирского отделения РАН, 630090, Новосибирск, пр-т акад. Лаврентьева, 10.

e-mail: SO_baturin@mail.ru

В институте Цитологии и генетики СО РАН с 1996 года проводится работа по созданию розовоцветковых форм крупноплодной земляники двойного назначения - декоративного и ягодного, адаптированных для выращивания в сибирском регионе. Создан генофонд розовоцветковой крупноплодной земляники (*Fragaria* × *ananassa* Duch.), насчитывающий 5 сортов европейской селекции, 30 отборных экспериментальных гибридов с хорошей зимостойкостью, урожайностью и высокодекоративными свойствами цветков. Все отобранные гибриды обладают способностью непрерывного цветения и плодоношения в течение летнего и осеннего периодов вегетации.

Ключевые слова: розовоцветковая земляника, *Fragaria* × *ananassa*, *Comarum palustre*, селекция, ремонтантность, всхожесть семян.

Введение

В природных популяциях представителей рода *Fragaria* розовая окраска венчика зарегистрирована только у диплоидной лесной земляники *Fragaria vesca* L. Признак контролируется монофакториально, рецессивным аллелем "p" [1, 2]. У октоплоидного вида *Fragaria* × *ananassa* Duch., $2n=8x=56$ розовая окраска венчика является признаком, привнесенным в генофонд в результате межродовой гибридизации *Fragaria* × *Potentilla* [3]. В качестве генетического донора розовой окраски венчика использован сабельник болотный (*Comarum palustre* L. (*Potentilla palustre* (L.) Scop.), $2n=6x=42$).

В настоящее время в Голландии, Германии, Англии, Канаде и России проводятся интенсивные исследования по созданию сортов крупноплодной земляники с розовой окраской венчика [4, 5, 6, 7]. В мировой сортимент уже вошли такие сорта крупноплодной земляники как Pink Panda и Serenata (Англия), Rosaline и Roseberry (Канада), Lipstick (Голландия) и др. [7]. Назначение розовоцветковых сортов земляники, как правило, декоративное. Они предлагаются для использования в фитодизайне при оформлении бордюров и альпинариев [8], а так же в садоводстве в качестве декоративной и витаминной культуры одновременно [6]. Первые розовоцветковые сорта крупноплодной земляники в России появились во второй половине 1990-ых годов. Одним из них был сорт Pink Panda, который был использован нами как донор розовой окраски венчика в скрещиваниях с отборными экспериментальными формами *Fragaria* × *ananassa* Duch. коллекции земляник института Цитологии и генетики СО РАН [4]. В результате были отобраны и клонированы сеянцы с комплексом таких признаков как удовлетворительные вкусовые качества, ремонтантность, ярко окрашенный розовый венчик, зимостойкость и крупноплодность. Выделенные розовоцветковые гибриды были рекомендованы для интродукции в качестве декоративно-пищевых растений. Однако потомки сорта Pink Panda в климатических условиях Западной Сибири имели нестабильную женскую и мужскую фертильность, что сказывалось на урожайности. В настоящее время проводимые нами исследования по интрогрессии розовой окраски лепестков венчика цветка в генофонд *Fragaria* × *ananassa* Duch. преследуют цель создания сортов розовоцветковой земляники, пригодных для выращивания не только в качестве декоративной культуры, но и ягодной

со стабильной урожайностью. Анализу первых итогов интродукции розовоцветковой крупноплодной земляники в условиях Западной Сибири посвящена данная работа.

Объекты и методы исследования

В качестве источника ярко-розовой окраски лепестков цветка использовали декоративный сорт Pink Panda (Англия) и сеянцы №61-1 и №61-2 гибрида F₁ С 141 (гибрид создан голландской компаний «ABZ Seeds – Gourmet Starwberries» [6]. В качестве родительских форм для насыщающих скрещиваний использовали гибриды F₁ (белоцветковые - № 97/3-76-6, № 97/2-1-4 и розовоцветковые – № 97/3-75-6, № 97/2-1-6), полученные от скрещивания экспериментальных образцов *F. x ananassa* с сортом Pink Panda. Окраска венчика у полученных гибридов была близка к окраске венчика сорта Pink Panda. Происхождение розовоцветковых гибридов F₂ следующее: №00/9-30-5 [97/3-75-6 × 97/2-1-4]; №05/11-51-2 [96/10-78-4 × (58д × Pink Panda)]. Эти гибриды имели удовлетворительную женскую и мужскую фертильность, что позволило их использовать в скрещиваниях. Скрещивание проводили на экспериментальном участке. В качестве экспериментальных методов получения розовоцветковых форм использовали сортолинейные скрещивания, инбридинг и скрещивание отборных гибридов. Кастрацию обоеполых цветков проводили с полным удалением околоцветника. В качестве изолирующего материала для соцветий использовали прозрачный упаковочный целлофан. Пыльцу для опыления извлекали из нераскрывшихся бутонов, подсушивали при комнатной температуре. Опыление проводили однократно при помощи мягкой кисточки. Семена проращивали на влажной фильтровальной бумаге в чашках Петри после 3-х месячной стратификации при температуре +5+6° С, затем проростки пикировали в ящики с земляной питательной смесью и по достижению 5-7 настоящих листочков переносили в открытый грунт. Степень интенсивности окраски венчика оценивали визуальным способом при помощи мини каталога окрасок RHS [9].

Результаты и их обсуждение

В институте Цитологии и генетики СО РАН (г. Новосибирск) исследования по успешной интродукции розовоцветковых земляник проводятся в двух направлениях: 1) создание вегетативно размножаемых ремонтантных гибридов с декоративными свойствами цветка, способных давать хороший урожай крупных и вкусных плодов; 2) подбор родительских пар для скрещиваний, позволяющих получить достаточно однородное по декоративным свойствам цветка и качеству плодов семенное потомство, способное к непрерывному цветению и плодоношению в течение всего вегетационного периода. Реализация первого направления была начата в 1996 году с изучения репродуктивных особенностей розовоцветкового сорта Pink Panda. Сорт имеет ремонтантный тип цветения, однако, практически бесплоден, лишь изредка образует мелкие, красные безвкусные ягоды. Жизнеспособность пыльцы варьирует около 60% и зависит от метеоусловий в момент вегетации [4]. Pink Panda слабо поражается вредителями и болезнями, проявляет устойчивость к низким зимним температурам и предназначен исключительно для выращивания в декоративных целях. Сорт образует незначительное количество наземных столонов с укореняющимися розетками. Семенное размножение затруднено ввиду малого количества образующихся семян и их низкой всхожести. Так, несмотря на обильное весенне-летнее цветение растений сорта Pink Panda ягоды практически не развиваются. При повторном (осеннем) цветении иногда формируются мелкие ягоды с небольшим количеством семян. Поскольку рядом с сортом Pink Panda цветущих одновременно с ним растений *Fragaria x ananassa* не было, то сформировавшиеся семяночки считаем возникшими от самоопыления. Нами были выделены 707 семяночек, развившихся в конце сентября в условиях изолированного выращивания растений сорта. Всхожесть семян составила 48,7%. При этом гибель проростков оказалась высокой – 91,3%. Дальнейший биоморфологический анализ сеянцев не выявил фенотипы значительно уклоняющиеся



от фенотипа исходного сорта Pink Panda. Однако по степени окраски венчика выявлена изменчивость. Наблюдался плавный переход в интенсивности окраски венчика от интенсивно-розового до светло-розового. Крайним выражением уклоняющегося фенотипа явилась белая окраска венчика. Таких сеянцев выявлено 24 (41,4%) из 58 полученных сеянцев. Один сеянец имел темно-розовую окраску лепестков, т.е. венчик имел более насыщенную окраску, чем у исходного сорта Pink Panda. В дальнейшем для скрещиваний с целью получения урожайных розовоцветковых гибридов были отобраны экспериментально полученные доноры розовой окраски венчика – № 05/11-51-2 и № 00/9-30-5. В настоящее время среди гибридов, полученных с участием этих доноров, проводится отбор по урожайности.

По второму направлению в качестве источника розовой окраски венчика были привлечены сеянцы гибрида F₁ С 141, имеющие темно-розовую окраску венчика. Проведены скрещивания белоцветковых гибридов с розовоцветковыми, розовоцветковых гибридов различного происхождения друг с другом и самоопыление розовоцветковых образцов крупноплодной земляники. Получены предварительные данные, указывающие на дозовый эффект гена, отвечающего за проявление степени интенсивности розовой окраски венчика цветка [10]. Отобраны комбинации скрещиваний белоцветковых гибридов с розовоцветковыми (№ 7-9 x № 61-2 и № 7-28 x № 61-2), при которых всхожесть семян достигает 80-90% и выше. В 20 отобранных перспективных семьях сеянцы проявляют высокую зимостойкость: свыше 90% сеянцев проявляют степень подмерзания 0–1 балл по пятибалльной шкале, где 0 – нет признаков подмерзания, 5 – полная гибель всех тканей растения.

По декоративным качествам отбор среди розовоцветковых гибридов проводится в следующих направлениях: 1) с глубоко насыщенной розовой окраской венчика; 2) с нежно-розовой окраской лепестков 3) полумахровые цветки различных оттеночных вариаций розового цвета. С учетом специфических условий Сибири, особое внимание уделяется зимостойкости гибридов. По результатам отбора создан гибридный фонд зимостойких розовоцветковых земляник, формирующих достаточно крупные ягоды, включающий в себя 19 перспективных гибридов с насыщенной розовой окраской венчика, в том числе 3 полумахровые формы, а также 17 гибридов с нежно-розовой окраской цветков, в том числе 6 полумахровых. Во всех отборах имеются растения с крупными цветками, достигающими в диаметре 4,5 мм, с равномерной, немозаичной окраской лепестка. Все отобранные гибриды стабильно сохраняют окраску цветков в течение нескольких лет наблюдения. Условия выращивания не оказывают влияния на ее интенсивность. С одной стороны все эти отборные гибриды легко клонируются при вегетативном размножении и, соответственно, сохраняют свои достоинства в вегетативном потомстве, что создает возможность выделения перспективных гибридов – кандидатов для сортоизучения. С другой стороны среди этих гибридов нами выделены комбинации брат-сестринских скрещиваний, при которых семена имеют высокую всхожесть (рис. 1), что создает предпосылки развития нового направления в селекции розовоцветковой ремонтантной крупноплодной земляники – репродукции сорта и поддержание сортоспецифичности посредством семян. Так, выделены комбинации, дающие всхожесть семян до 90-97 % (08/15-12-5 × 08/15-4-2; 08/15-12-5 × 08/47-27 и др.). При этом в этих семьях отмечается хорошая выживаемость проростков – до 92% (рис. 2). Известно, что крупноплодная земляника высокополиплоидный вид – октоплоид ($2n=8x=56$) и поэтому при семенном размножении вегетативно репродуцируемый сорт «рассыпается», т.е. в семенном потомстве наблюдается генетическая изменчивость, не позволяющая получать однородное по биоморфологическим признакам потомство. Тем не менее, в компании «ABZ Seeds – Gourmet Starberries» (Голландия), созданы сорта розовоцветковой крупноплодной земляники (Pikan F₁, Florian F₁, Merlan F₁, Tarpan F₁, Roman F₁, гибрид F₁ С141) и белоцветковой ремонтантной крупноплодной земляники (Sarian F₁, Grandian F₁, Loran F₁, Chesan F₁), которые предлагаются потребителю в виде семян [11]. Ранее нами были изучены по биоморфологическим признакам некоторые из этих сортов (Sarian F₁,

Grandian F₁, Loran F₁, Chesan F₁, Florian F₁) и было показано, что в семенном потомстве сортов Chesan F₁, Loran F₁ и Sarian F₁ изменчивость проявляется незначительно, а в семенном потомстве сортов Florian F₁ Grandian F₁ наблюдалась выраженная изменчивость по биоморфологическим маркерным признакам (тип пола цветков, характер плодоношения, окраска цветков и др.) [12].

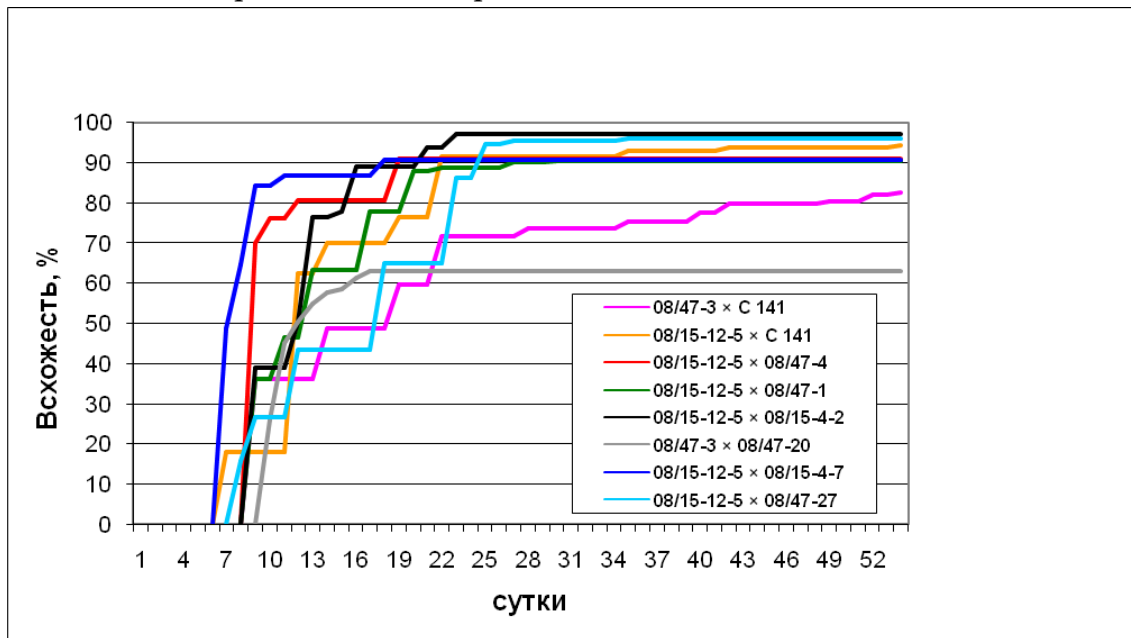


Рис.1. Динамика прорастания семян в различных семьях брат-сестринских скрещиваний

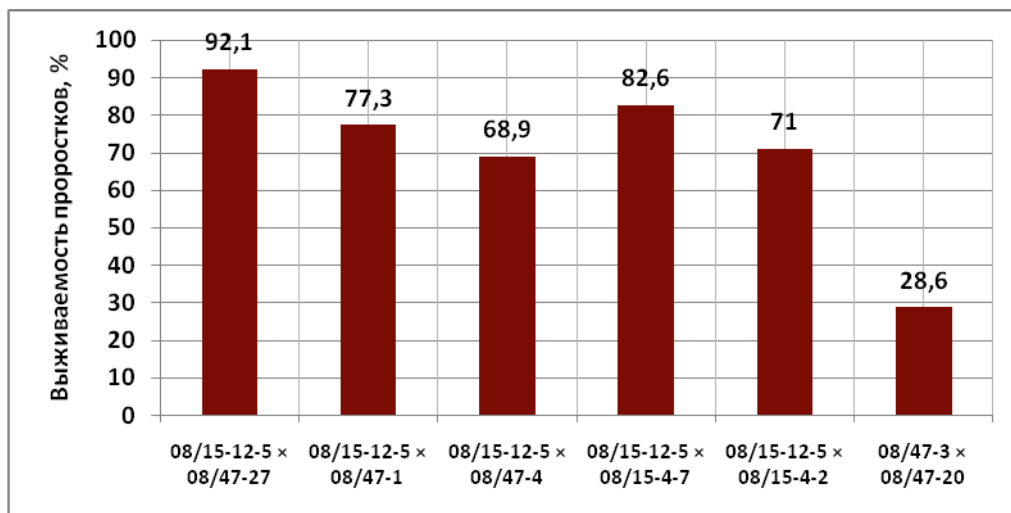


Рис. 2. Выживаемость проростков

Тем не менее, опыт работы сотрудников компании «ABZ Seeds – Gourmet Starwberries» показывает реальную возможность создания сортов крупноплодной земляники, в том числе и розовоцветковой, размножаемых посредством семян и более-менее сохраняющих при этом сортоспецифичность.

Заключение

В настоящее время интродукция розовоцветковой крупноплодной земляники в Западной Сибири происходит в двух направлениях. Первое направление связано с выращиванием розовоцветковой земляники как декоративной культуры в ланд-



шафтном фитодизайне, при этом используются сорта преимущественно европейской селекции. Существенный недостаток таких сортов – низкая зимостойкость. Второе направление – использование розовоцветковой крупноплодной земляники как декоративно-ягодной культуры, т.е. культуры двойного назначения. В этом направлении качественный селекционный материал практически отсутствует. Предлагаемые в виде семян коммерческие сорта зарубежного и российского происхождения, как правило, не дают однородное потомство, в том числе по урожайности и зимостойкости [12]. Для успешной интродукции розовоцветковой крупноплодной земляники в сибирском регионе необходимо создание генофонда образцов, устойчивых к экстремальным условиям произрастания, на основе выделения доноров зимостойкости и декоративности среди розовоцветковых образцов. Знание характера наследования розовой окраски венчика и реализация теоретически обоснованных схем скрещиваний позволят существенно продвинуться в направлении успешной интродукции розовоцветковых форм крупноплодной земляники.

В институте цитологии и генетики СО РАН создана коллекция розовоцветковой земляники, насчитывающая пять сортов европейской селекции и более 30 экспериментально полученных гибридов с различной вариацией розовой окраски венчика цветка. Все отобранные гибриды обладают хорошей зимостойкостью и способностью непрерывного цветения и плодоношения в течение летнего и осеннего периодов вегетации. Введены в сортоизучение два гибрида розовоцветковой земляники. Ежегодно анализируется более 500 семян в комбинациях скрещиваний с участием розовоцветковых родительских форм. Конечной целью проводимых экспериментов является создание розовоцветковой земляники двойного назначения, удовлетворяющей разнообразные запросы потребителей в сибирском регионе.

Список литературы

1. Mangelsdorf A.J., East E.M., Studies on the genetics of *Fragaria* // *Genetics*. – 1927. – 12. P. 307-339.
2. Фадеева Т.С. Генетика земляники. Л.: Наука, 1975. - 184 с.
3. Ellis J.R. *Fragaria*-*Potentilla* intergeneric hybridization and evolution in *Fragaria* // *Proc. Linnean Society of London*. – 1962. – V.173. – P. 99-106.
4. Baturin S.O., Ambros E.V. The use of intergeneric crosses in strawberry breeding // *International Meeting of Young Scientists in Horticulture. Materials of the 7th Intern. Conf. Lednice, Czech Republic*. 1999. – P.13-17.
5. Khanizadeh, S. New Hardy Day-Neutral Red Flowering Strawberry Cultivars // *Acta Hort. (ISHS)*. – 2000. – № 538. – P. 779-780.
6. Bentvelsen G.C.M., Bouw E. Breeding Ornamental Strawberries // *Acta Hort. (ISHS)*. – 2006. – № 708. – P. 455-457.
7. Батуринов С.О., Кузнецова Л.Л. Состояние и перспективы селекции розовоцветковой крупноплодной земляники (*Fragaria x ananassa* Duch.) в Западной Сибири // *Вестник ВОГиС*. – 2010. – Т. 14. – № 1. – С. 165-171.
8. Khanizadeh, S., J. Cousineau, M. Deschênes, A. Levasseur, O. Carisse. Roseberry and Rosalyne: two new hardy, day-neutral red flowering strawberry cultivars // *Acta Hort. (ISHS)*. – 2002. – № 567. – P. 173-174.
9. Tucker A.O., Maciarelo M.J., Tucker S.S. A survey of color charts for biological descriptions // *Taxon*. – 40. – 1991. – P. 201-214.
10. Батуринов С.О., Кузнецова Л.Л. Наследование розовой окраски венчика у полиплоидов земляники (*Fragaria* L.) // *Досягнення і проблеми генетики, селекції та біотехнології: Зб. наук. праць*. Київ. – 2007. – Т. 2. – С. 16-20.
11. Bentvelsen G.C.M., Bouw E., Veldhuyzen van Zanten J.E. Breeding strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) from seed // *Acta Hort. (ISHS)*. – 1997. – Vol. 1. – № 439. – P. 149- 153.
12. Батуринов С.О., Аполинарьева И.К., Петрук В.А. Оценка всхожести семян и сортовой однородности семенного потомства ремонтантных коммерческих сортов крупноплодной земляники // *Сибирский вестник сельскохозяйственной науки*. – 2010. – № 1. – С. 40-45.



INTRODUCTION OF PINK FLOWERING GARDEN STRAWBERRY (*FRAGARIA* × *ANANASSADUCH*) IN WESTERN SIBERIA

LL. Kuznetsova¹
S.O. Baturin²

¹Novosibirsk State Agrarian
University, Novosibirsk, Russia

e-mail: childofsiberia@mail.ru

²Institute of Cytology and Genetics,
SB RAS, Novosibirsk, Russia

e-mail: SO_baturin@mail.ru

At 1996 in IC&G SB RAS (Novosibirsk, Russia) a program on creation pink flowering forms of garden strawberry with double purpose (ornamental and berrylike) as well as forms adapted for growing in Siberian region has been started. The gene pull of pink flowering strawberry included 5 varieties of European selection, 30 winterhardy and high-yielding hybrids with ornamental qualities of flowers was formed. All selected hybrids are day-neutral strawberry varieties during summer and autumn period of vegetation.

Key words: pink flowering strawberry, *Fragaria* × *ananassa*, *Comarum palustre*, selection, day-neutral strawberry, seed germination.



УДК: 582.951.64:581.8

ИЗУЧЕНИЕ АНАТОМИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ ТРАВЫ ВЕРОНИКИ АВСТРИЙСКОЙ (*VERONICA AUSTRICA* L.)

В.Н. Бубенчикова
Ю.А. Кондратова

Курский государственный
медицинский университет,
305041, г. Курск, ул. К.Маркса, 3
e-mail: salvia_julia@mail.ru

Работа посвящена изучению анатомического строения травы вероники австрийской. Выявлены анатомические признаки травы вероники австрийской, позволяющие проводить диагностику сырья.

Ключевые слова: вероника австрийская (*Veronica austriaca* L.), трава, анатомические признаки

Введение

Вероника австрийская (*Veronica austriaca* L.) многолетнее травянистое растение семейства норичниковые (*Scrophulariaceae*). Стебли одиночные или по несколько прямостоячие, реже приподнимающиеся, высотой 10 (30) – 70 см. Листья в очертании яйцевидные или ланцетные, сидячие, от просто перистораздельных или двоякоперистых до перисторассеченных с суженными при основании линейными или линейно-ланцетными долями, цельнокрайними или надрезанными. Верхушечные листья нередко узколанцетные, почти цельнокрайние. Цветки собраны в 2-4 боковые, удлиненные, одиночные или супротивные кисти, выходящие из пазух верхних листьев, на прямостоячих, обычно длиннее чашечки, цветоножках. Чашечка с четырьмя, реже пятью неравными долями, пятый зубец мелкий, линейный (иногда он настолько мал, что почти незаметен). Венчик 7-10 мм в диаметре, ярко-синий с четырьмя удлиненными, острыми лопастями. Тычинки несколько короче венчика. Плод – коробочка обратнойяйцевидная или обратосердцевидная, шириной 4-5 мм равна чашечки или короче, сильно сплюснутая, к основанию округлая, на верхушке выемчатая, очень коротко опушенная или голая. Семена щитовидные, около 1,5 мм шириной [2, 5].

Встречается в степях, лесостепях, по горным лугам, в кустарниках. Распространена на европейской части России, Кавказе [3, 4].

Целью работы: является изучение анатомических признаков надземной части вероники австрийской.

Объекты и методы исследования

Объектом исследования служили листья, стебли, цветки вероники австрийской, собранные в период массового цветения растения на территории Курской области в 2010г.

Исследование анатомических признаков травы вероники австрийской проводили в соответствии с методиками ГФ XI [1]. Для получения микрофотографий использовался лабораторный микроскоп «Биолам С-11» с цифровой насадкой. Фотографии были обработаны на компьютере с помощью программ Adobe Photoshop 7.0.

Результаты и обсуждение

При изучении микропрепарата стебля было установлено, что на поперечном сечении он округлый и имеет непучковое строение (рис. 1). Эпидермис стебля покрыт тонким слоем кутикулы (рис.2). Клетки эпидермиса паренхимной или прозенхимной формы, прямостенные с четковидно утолщенными стенками, вытянутыми вдоль оси стебля и с прямыми или косыми конечными стенками, или же клетки на концах сужены, изредка встречаются устьица. Стебель опушен многочисленными простыми 2-4-клеточными грубобородавчатыми волосками.

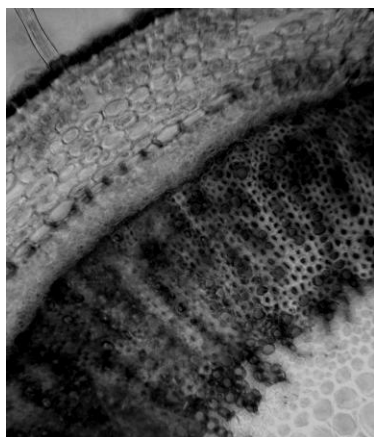


Рис. 1. Фрагмент поперечного среза стебля (Увел. x 140)

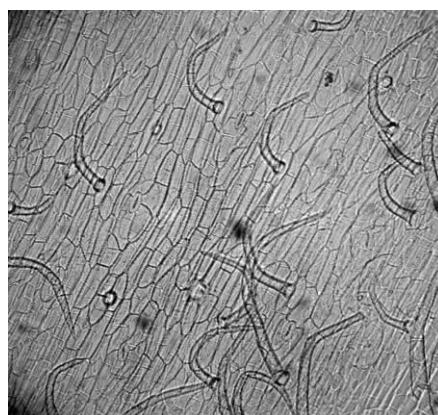


Рис. 2. Фрагмент эпидермиса по стеблю с простыми грубобородавчатыми волосками (Увел. x 120)

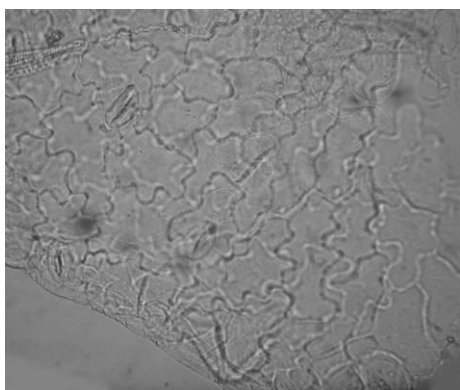


Рис. 3. Фрагмент верхнего эпидермиса листа с простым волоском (Увел. x 400)

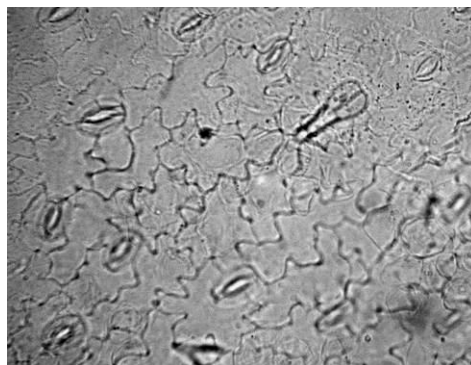


Рис. 4. Фрагмент нижнего эпидермиса листа с головчатыми волосками (Увел. x 300)



Рис. 5. Фрагмент края листа с простым грубобородавчатыми волосками (Увел. x 200)

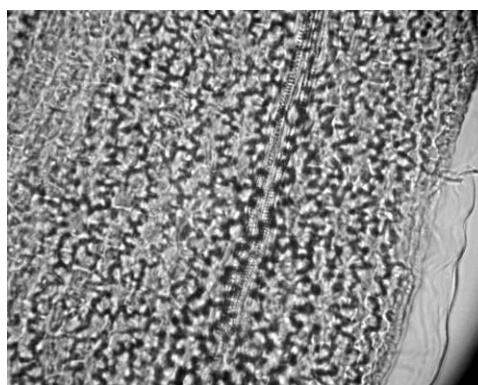


Рис. 6. Фрагмент эпидермиса зубцов чашечки (Увел. x 200)

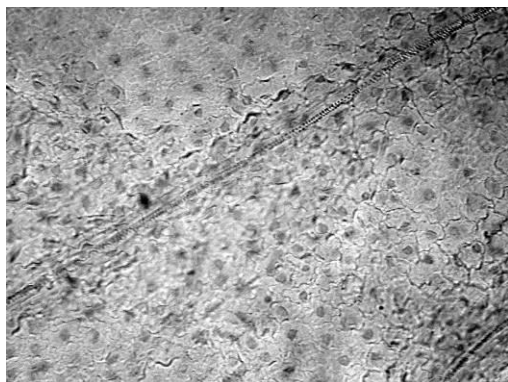


Рис. 7. Фрагменты эпидермиса отгиба венчика (Увел. x 200)

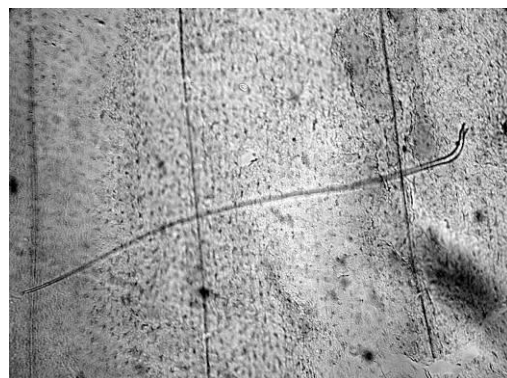


Рис. 8. Фрагмент эпидермиса зева венчика с простым волоском (Увел. x 200)

Первичная кора стебля хорошо развита. Она состоит в основном из одного слоя колленхимы. Основная паренхима состоит из 5-6 слоев клеток. Клетки основной паренхимы округлой или овальной формы более или менее рыхло расположены. Эндодерма хорошо выражена, клетки ее прямоугольной формы вытянуты в тангентальном направлении.

Зона луба узкая, представлена мелкими тонкостенными клетками. По периферии вторичной коры небольшими группами по 1-3 расположены перециклические лубяные волокна, образуя более или менее прерывистое кольцо. Камбиальная зона не выражена.

Зона древесины довольно широкая, образована радиальными рядами довольно крупных в размере сосудов. Сердцевина занимает значительную часть центрального цилиндра и состоит из мелких клеток в перимедулярной зоне и крупных ближе к центру стебля. Клетки тонкостенные округлой или многоугольной формы, рыхло расположенные. Ближе к центру сердцевина иногда разрушается, образуя полость. Чаще всего в области прилегающей к протоксилеме отмечены участки склерифицированной паренхимы с хорошо выраженными порами.

Клетки верхнего эпидермиса листа менее извилистостенные, чем клетки нижнего эпидермиса (рис. 3, 4). Устьица преимущественно располагаются на нижнем эпидермисе (анамоцитный тип). Над жилкой клетки кожицы вытянуты. Их боковые стенки почти прямые, с четковидным утолщением. Выявлены клетки и со складчатостью кутикулы по жилке листа и у основания простых волосков. Эпидермис листа опушен простыми и головчатыми волосками. На верхнем и нижнем эпидермисе листа вероники австрийской, по жилке встречаются грубобородавчатые одно- четырех-, реже пятиклеточные волоски, а по краю – одно-трехклеточные грубобородавчатые волоски, иногда коленчато изогнутые (рис. 5). Наряду с простыми волосками в основном на нижнем эпидермисе вероники австрийской встречаются головчатые волоски с одно-двухклеточной головкой на одноклеточной ножке.

При исследовании элементов цветка, чашечки и венчика основное внимание обращалось на характер опушения и форму клеток эпидермиса. Эпидермальные клетки чашечки варьируют по размерам, форме и толщине оболочек. Эпидермис трубки чашечки слабоизвилистостенный. На зубцах чашечки эпидермис сильно извилистостенный, с хорошо заметной складчатостью кутикулы (рис. 6). Устьица расположены неравномерно. По краю чашечки эпидермис иногда сосочковидный. По эпидермису чашечки, в большинстве по краю располагаются простые грубобородавчатые одно-двух-, реже трехклеточные волоски, иногда коленчато изогнутые, а также

головчатые волоски на одноклеточной ножке с двухклеточной реже одноклеточной головкой

Эпидермис трубки венчика прямостенный, с четковидным утолщением клеточных стенок. Хорошо заметна продольная складчатость кутикулы. В зеве венчика у вероники австрийской изредка встречаются простые длинные тонкостенные одноклеточные волоски (рис. 8). Эпидермис отгиба венчика сосочковидный, извилисто-стенный, с хорошо заметной морщинистостью кутикулы (рис. 7).

Выводы

Выявлены анатомические признаки, травы вероники австрийской могут быть использованы для разработки показателей подлинности на данный вид сырья.

Список литературы

1. Государственная фармакопея СССР. – 11- изд. – М.: Медицина, 1987. – Вып. 1. – 277 с.
2. Губанов И.А., Киселева К.В., Новиков В.С., Тихомиров В.Н. Иллюстрированный определитель растений Средней России. Том. 3: Покрытосеменные (двудольные: раздельнолепестные). – Москва: Т-во научных изданий КМК, Ин-т технологических исследований. 2004. – С.105.
3. Полуянов А.В., Прудников Н.А. Сосудистые растения Курской области – Курск: КГУ, 2005.- 80 с.
4. Растительные ресурсы СССР: Цветковые растения, их химический состав, использование; Семейства Carifoliaceae – Plantaginaceae /ответственный редактор П.Д. Соколов; Академия Наук СССР Ботанический институт им. В.Л. Комарова. – Л.: Наука Ленинградское отделение, 1990 г. – 173-182 с.
5. Флора СССР т. 22 – М.: Академия Наук СССР, 1955. – 329-487 с.

STUDY OF ANATOMICAL STRUCTURE OF HERB OF *VERONICA AUSTRIACA*L.

V.N. Bubenichova
Y.A. Kondratova

*Kursk State Medical University,
Kursk K. Marks St., 3, 305041
e-mail: salvia_julia@mail.ru*

Study of microscopic diagnostic characters of herb of *Veronica austriaca* L. for identity control. Air-dried herb of *Veronica austriaca* L. The histological slides were studied with microscope “Biolam C-11” supplied with a digital camera. Microscopic diagnostic characters of herb of *Veronica austriaca* L. for identity control were determined. Microdiagnostic signs of the plant material of *Veronica austriaca* L. have been determined. Then they will be used to the standarting documents for this plant material.

Key words: *Veronica austriaca* L., herb, microscopic diagnostic characters



УДК 635.939.73

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ СВОБОДНОГО ОПЫЛЕНИЯ ПЕРСПЕКТИВНЫХ СОРТООБРАЗЦОВ ЖИМОЛОСТИ

Ф.Г. Белосохов¹**О.А. Белосохова²**

¹ ФГОУ ВПО Мичуринский государственный аграрный университет, 393760, Россия, г. Мичуринск-научкоград РФ, ул. Интернациональная, 101

e-mail: mgau@mich.ru

² ФГОУ ВПО Мичуринский государственный педагогический институт, 393760, Россия, г. Мичуринск-научкоград РФ, ул. Советская, 274

e-mail: mgpi_lab@mich.ru

Рассмотрены показатели эффективности свободного опыления перспективных сортобразцов жимолости. Установлено, что резервы продуктивности в условиях свободного опыления реализуют в достаточной степени (свыше 75%) лишь около 20% современных сортобразцов, а более 50% из них в этих условиях способны реализовать лишь от четверти до немногим более половины потенциала данного компонента продуктивности.

Ключевые слова: жимолость, свободное опыление, завязь, продуктивность.

Введение

Популярность жимолости обусловлена уникальным сочетанием хозяйственно-биологических свойств. Это в первую очередь сверхраннее созревание плодов, которые в средней полосе России готовы к употреблению в середине июня, за 7-10 дней до начала созревания земляники; во вторых, высокое содержание в плодах синергетических витаминов С и Р и биологически активных полифенолов, свободных катехинов, лейкоантоцианов, рутина, хлорогеновой кислоты. Сорта, выведенные в нашей стране, уже перешагнули ее границы и проходят испытания в Скандинавских странах, Канаде и Японии. Однако, продуктивность жимолости не реализована полностью, в том числе из-за недостатка сведений об эффективности различных вариантов опыления этой культуры. Ранее нами была проведена оценка эффективности различных вариантов опыления некоторых перспективных сортов жимолости [1]. Настоящее исследование является развитием и дополнением многолетнего комплексного изучения вопросов опыления и оплодотворения перспективных сортобразцов жимолости.

Объект и методы исследования

Целью наших исследований являлось изучение показателей свободного опыления перспективных форм жимолости как компонентов продуктивности, их селекционная и хозяйственная оценка.

Задачи исследований.

1. Определить завязываемость плодов при свободном опылении и количество продуктивной завязи.

2. Провести сравнение свободного опыления перспективных сортобразцов жимолости по интегральному коэффициенту продуктивности соцветий и рекомендовать лучшие для использования в производстве и селекции.

Для исследования особенностей свободного опыления жимолости были взяты следующие сорта: Бакчарская, Берель, Васюганская, Голубое Веретено, Длинноплодная, Золушка, Икса, Камчадалка, Красноярочка, Лазурная, Роксана, Синильга, Синяя птица, Томичка, а также элитные сеянцы 1-10-49, 1-11-45, 1-17-48, 12-2, 1-39-28, 14-9, 1-67-47, 1-8-57, 1-9-58, 1-9-59, 2-20-14, 2-47-45, 2-56-47, 2-56-48, 2-59-41, 2-61-33, 2-61-35, 2-62-43, 2-65-51.



Объекты изучались в 1989 - 2009 гг. в соответствии с руководствами [2, 3], разработанными ВНИИС им. И.В. Мичурина. Все варианты были размещены на разновозрастных ветвях с разных сторон, в трех повторностях, не менее 100 соцветий в каждой.

В период массового цветения (обычно в первой декаде мая) проводили подсчет соцветий на учетных ветвях. Через 10-12 дней после начала фазы цветения, в период завязывания ягод проводили подсчет завязей. Еще через две недели во время начала созревания, которое длилось 10-15 дней, мы проводили подсчет количества зрелых плодов.

Основные результаты обрабатывали методами математической статистики [4]. Расчеты производились с помощью программ Microsoft® EXCEL 2000-2007, STATISTICA 6.1.© корпорации StatSoft.

Результаты и их обсуждения

Основные результаты многолетнего исследования свободного опыления сортообразцов жимолости представлены в таблице.

Таблица 1

Результаты свободного опыления сортообразцов жимолости в 1989 - 2009 гг.

Сортообразец	Количество завязей (x), %	Отклонения ($\pm Sx$), %	Доля полезной завязи, %	Коэффициент продуктивности соцветий
1-10-49	59,67	0,87	59,74	0,36
1-11-45	58,38	10,67	69,05	0,40
1-17-48	76,64	9,41	67,28	0,52
12-2	78,09	17,40	60,69	0,47
1-39-28	90,24	5,29	84,95	0,77
14-9	84,69	0,43	85,12	0,72
1-67-47	55,77	14,70	41,07	0,23
1-8-57	70,72	17,60	84,11	0,59
1-9-58	62,54	7,84	51,81	0,32
1-9-59	51,65	16,52	58,32	0,30
2-20-14	84,72	2,84	87,56	0,74
2-47-45	68,69	7,52	61,17	0,42
2-56-47	97,33	1,19	98,52	0,96
2-56-48	75,09	7,67	80,66	0,61
2-59-41	80,50	6,16	74,35	0,60
2-61-33	66,48	3,95	70,43	0,47
2-61-35	57,59	14,39	58,60	0,34
2-62-43	66,81	3,14	60,53	0,40
2-65-51	50,35	5,02	55,37	0,28
Бакчарская	96,22	3,07	96,79	0,93
Берель	97,00	2,60	77,23	0,75
Васюганская	97,40	9,18	94,79	0,92
Голубое Веретено	79,16	0,47	68,53	0,54
Длинноплодная	99,00	1,33	88,00	0,87
Золушка	86,00	12,99	80,54	0,69
Икса	71,96	14,48	72,43	0,52
Камчадалка	81,06	16,39	83,01	0,67
Красноярочка	78,28	5,42	65,29	0,51
Лазурная	61,00	12,08	78,00	0,48
Роксана	70,21	0,91	84,69	0,59
Синильга	83,61	0,82	67,22	0,56
Синяя Птица	79,46	0,54	89,00	0,71
Томичка	83,21	0,66	95,29	0,79

На основе анализа полученных многолетних данных можно констатировать, что высокий показатель завязываемости характерен для сортообразцов Длинноплодная, Васюганская, Берель, Бакчарская, Золушка, Синильга, Томичка, Камчадалка,



Синяя Птица, Голубое Веретено, Краснояролка, 2-56-47, 1-39-28, 2-20-14, 14-9, 2-59-41, 12-2, 1-17-48, 2-56-48. В условиях свободного опыления они образовывали от 75% до 90% завязи. Сортообразцы Икса, Роксана, 1-8-57, 2-47-45, 2-62-43, 2-61-33 в тех же условиях смогли реализовать потенциал от 66% до 72% цветков. Значительный потенциал продуктивности остался нереализованным в условиях свободного опыления у сортообразцов Лазурная, 1-9-58, 1-10-49, 1-11-45, 2-61-35, 1-67-47, 1-9-59, 2-65-51. Показатель завязываемости этих сортообразцов колебался от 50% до 62%.

Если рассматривать результаты исследования описанных сортообразцов жимолости различного происхождения в качестве репрезентативной микромоделли внутривидовых процессов взаимоопыления, то следует считать закономерным тот факт, что 8 из 33 сортообразцов (около 25%) не смогли реализовать от половины до одной трети этого компонента потенциальной продуктивности. Этот факт указывает на актуальность задачи подбора хороших сортов-опылителей жимолости, которая зачастую неоправданно игнорируется селекционерами как в процессе оценки существующих, так и в процессе выведения новых сортов этой культуры. Даже на участках садоводов-любителей редко встречается более 5-6 сортов жимолости, а в немногочисленных пока хозяйствах, где жимолость возделывают как промышленную культуру, количество сортов может быть ещё меньше из-за технологических требований (габитуса, признаков пригодности к механизированной уборке и т.д.). Как следствие этих просчетов мы констатируем наличие даже у специалистов устойчивого заблуждения о невысокой урожайности культуры в целом.

На актуальность подбора надежных хороших сортов-опылителей в целях успешной реализации данного компонента продуктивности косвенно указывает показатель отклонения от среднего значения завязываемости плодов (табл.). В зависимости от степени отклонения комплекса экологических факторов от оптимального значения в период опыления жимолости, мы наблюдали значительное варьирование показателя отклонения у сортообразцов Камчадалка, Икса, Золушка, Лазурная, Васюганская, 1-8-57, 12-2, 1-9-59, 1-67-47, 2-61-35, 1-11-45 – от 10,67% до 17,60%. Умеренное варьирование данного показателя (от 5,02% до 9,41%) отмечено у сортообразцов Васюганская, Краснояролка, 1-17-48, 1-9-58, 2-56-48, 2-47-45, 2-59-41, 1-39-28, 2-65-51. Относительной стабильностью показателя завязываемости плодов характеризуются сортообразцы Бакчарская, Берель, Длинноплодная, Голубое Веретено, Синильга, Томичка, Синяя Птица, Роксана, 2-61-33, 2-62-43, 2-20-14, 2-56-47, 14-9, 1-10-49. Особое значение стабильности показателя завязываемости плодов выявляется в её корреляционной связи со средней многолетней урожайностью перечисленных сортообразцов ($r = -0,498$). Биологическая интерпретация коэффициента детерминации ($D = 0,248$) может быть истолкована как 25%-ная доля вклада фактора стабильного опыления в реализацию стабильного урожая.

Однако образование завязи ещё не гарантирует формирования зрелого плода. Значительные отклонения комплекса экологических факторов от оптимального значения в период формирования плодов жимолости могут существенно снизить долю полезной завязи (табл.1). Сортообразцы Бакчарская, Томичка, Васюганская, Синяя птица, Длинноплодная, Роксана, Камчадалка, Золушка, Лазурная, Берель, 2-56-47, 2-20-14, 14-9, 1-39-28, 1-8-57, 2-56-48 сохраняют от 77% до 99% завязавшихся плодов до созревания. У сортообразцов Икса, Голубое Веретено, Синильга, Краснояролка, 2-59-41, 2-61-33, 1-11-45, 1-17-48 показатель сохранности завязи ниже (от 65% до 74%). Существенные потери завязи в период формирования плодов наблюдаются у сортообразцов 2-47-45, 12-2, 2-62-43, 1-10-49, 2-61-35, 1-9-59, 2-65-51, 1-9-58, 1-67-47. Доля полезной завязи у них колеблется в интервале от 41% до 61%.

С учетом количества образовавшихся завязей и доли полезной завязи мы рассчитали интегральный коэффициент продуктивности соцветий для изученных сортообразцов как произведение этих показателей (табл.1). Такой коэффициент даёт наиболее объективную оценку вероятности образования зрелых плодов из функционально полноценных соцветий жимолости. Наиболее продуктивными по интеграль-

ному показателю являются сортообразцы Бакчарская, Васюганская, Длинноплодная, Томичка, Берель, 2-56-47, 1-39-28. Значения коэффициента продуктивности цветков у этих сортообразцов находятся в диапазоне от 0,75 до 0,96. Значительно уступают этой группе сортообразцы Синяя птица, Золушка, Камчадалка, Роксана, 2-20-14, 14-9, 2-56-48, 2-59-41, 1-8-57 с коэффициентами в интервале от 0,59 до 0,74. У остальных семнадцати изученных сортообразцов, включая сорта Синильга, Голубое Веретено, Икса, Краснояровка, Лазурная, коэффициент продуктивности цветков не достигает вышеуказанных значений и занимает интервал от 0,23 до 0,56. Если исходить из статистически обоснованного допущения, что рассмотренные взаимодействия являются репрезентативной микромоделью внутрипопуляционных процессов в условиях культуры жимолости, то следует признать, что резервы продуктивности в условиях свободного опыления реализуют в достаточной степени (свыше 75%) лишь около 20% современных сортообразцов, а более 50% из них в этих условиях способны реализовать лишь от четверти до немногим более половины потенциала данного компонента продуктивности.

Выводы

1. В условиях свободного опыления резервы продуктивности в образовании плодов реализуют в достаточной степени (свыше 75%) лишь около 20% современных сортообразцов.
2. Более 50% сортообразцов жимолости при свободном опылении способны реализовать лишь от 23% до 56% потенциала данного компонента продуктивности.
3. Наиболее эффективными по интегральному показателю продуктивности соцветий при свободном опылении являются сортообразцы Бакчарская, Васюганская, Длинноплодная, Томичка, Берель, 2-56-47, 1-39-28.

Список литературы

1. Белосохов, Ф.Г. Оценка эффективности опыления перспективных сортов жимолости /Ф.Г. Белосохов, О.А. Белосохова // Вестн. Мичурин. гос. аграр. ун-та., № 2. - Мичуринск, 2006. – С. 82-87.
2. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. – Мичуринск, 1973. – 495 с.
3. Программа и методика селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур. – Мичуринск, 1980. – 454 с.
4. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта. / Б.А. Доспехов. – М., 1979. – 416 с.

EVALUATION OF EFFECTIVENESS OF OPEN POLLINATION OF HONEYSUCKLE PROMISING VARIETY SAMPLES

F.G. Belosohov¹
O.A. Belosohova²

¹ FGOU VPO Michurinsk State Agrarian University, 393760, Russia, Michurinsk RF-Science City, Internatsionalnaya str.,101

e-mail: mgau@mich.ru

² FGOU VPO Michurinsk State Pedagogical Institute, 393760, Russia, Michurinsk RF-Science City, Sovetskaya str.,274

e-mail: mgpi_lab@mich.ru

The indicators of open pollination of honeysuckle promising variety samples is reviewed. It was established that the reserves of productivity in open pollination realize a sufficient degree (75%), only about 20% of modern variety samples. More than 50% of them in these conditions are able to realize only one-quarter to slightly more than half the capacity of this component of productivity.

Key words: honeysuckle, open pollination, ovary, productivity.



УДК 631.527:634.2

СЕЛЕКЦИЯ АБРИКОСА НА КАЧЕСТВО ПЛОДОВ В УСЛОВИЯХ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ¹

Е.В. Гаврюшенко

Белгородский государственный
национальный исследовательский
университет, г. Белгород,
ул. Победы 85
e-mail: sorokopudov@bsu.edu.ru

В условиях Белгородской области изучены показатели качества плодов абрикоса разных видов и выявлены формы видов с высокими товарными и хозяйственно – биологическими качествами. Выделены формы по массе плодов, процентному содержанию косточки в плодах. Проведена оценка вкусовых качеств плодов и семян.

Ключевые слова: абрикос, виды, формы, качество плодов, семена, *Armeniaca vulgaris* *Armeniaca sibirica*, *Armeniaca mandshurica*.

Абрикос – культура, скороплодная, высокопродуктивная, неприхотлива к почвам, с высокими товарными и пищевыми качествами плодов, содержащими значительное количество биологически активных веществ. Сортимент абрикоса в условиях средней полосы России начал формироваться в конце XIX – начале XX века. Большую работу по осеверению этой культуры провел И.В. Мичурин. Полученные им сорта Товарищ и Лучший мичуринский успешно используются в селекции абрикоса в средней полосе России, в Сибири, на Дальнем Востоке. Центральная-Черноземная полоса располагает определенными природными климатическими ресурсами для успешного возделывания районированных и перспективных плодовых видов. Однако садоводство зоны носит рискованный характер. Здесь в зимнее время периодически отмечаются низкие температуры, превышающие критические для самой зимостойкой культуры – яблони, что приводит к значительным повреждениям и гибели растений. Повторяющиеся жестокие засухи также повреждают садовые насаждения, снижая их продуктивность. Нередко урожай погибает в период цветения от весенних заморозков, а также от других экстремальных условий [1].

Следует отметить, что степень риска отрасли в нашей зоне значительно уменьшилась за счет внедрения новых высокозимостойких, экологически устойчивых сортов. Род абрикос по происхождению связан с азией (Китай, Средняя и Передняя Азия и Закавказье). Абрикос обладает широкой экологической пластичностью. Абрикос обыкновенный – очень полиморфный вид. Листья длиной 6–9 см, голые, широкояйцевидные или эллиптические, по краю мелкозубчатые, с темно-красными желобчатыми черешками. Цветение раннее, до появления листьев; цветки многочисленные, белые или розоватые. Плоды разной окраски: от желтых до краснощеких; у культурного абрикоса – мезокарп сочный, сладкий; у дикорастущих форм – плоды мелкие, мезокарп грубоватый, волокнистый, семя горькое [1]. Дерево 6–14 и более метров в высоту растет на сильнокаменистых, хорошо дренированных солнечных склонах южных направлений, избегая сырых тенистых ущелий, где страдает от грибных болезней. Места его произрастания отличаются умеренно холодными зимами (до -25...-27° С) без резких температурных колебаний и возврата заморозков в ранневесенний период. Этим объясняется непродолжительность глубокого покоя цветковых почек абрикоса и быстрое их развитие при первом потеплении. Отмеченные биологические свойства лимитируют распространение абрикоса в равнинных условиях. Зимние оттепели и возвратные холода вызывают массовое подмерзание быстро пробуждающихся цветковых почек и

¹ Работа выполнена в рамках реализации и при финансовой поддержке Федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 гг., госконтракт № П508 от 14.05.2010 «Разработка технологии изостатического прессования продуктов растительного происхождения».

затем значительные или полные потери урожая. Одной из важнейших задач в селекции абрикоса в условиях Белгородской области является получение форм сочетающих в себе комплекс таких признаков как зимостойкость, засухоустойчивость, устойчивость к неблагоприятным биотическим факторам, высокая продуктивность и товарно-потребительские качества плодов, высокое содержание биологически-активных веществ. Именно поэтому, особую актуальность приобретает выделение таких форм. Основными препятствиями являются достаточно позднее вступление в репродуктивный период, значительная трудность создания больших гибридных семей в связи с рядом биологических особенностей: коротким периодом цветения, низким процентом завязывания плодов, пониженной всхожестью.

Наиболее важные сортовые признаки – форма, величина, окраска кожицы и мякоти, плотность и сочность мякоти, вкусовые и технологические качества плодов и их использование. Только хорошо вызревшие, полностью развившиеся плоды приобретают типичные для сорта положительные качества.

Состояние зрелости абрикоса определяется по окраске кожицы, плотности и сочности плодов, содержанию растворимых веществ. Масса плодов увеличивается до самого созревания. В процессе созревания изменяется химический состав плодов, повышаются содержание сухих веществ, общее количество сахаров, уменьшаются кислотность и плотность мякоти, плоды становятся сочными, ароматными.

В зависимости от климатических условий сроки созревания плодов различны, однако очередность сортов по срокам созревания хорошо сохраняется.

Качество плодов – важнейший показатель ценности вида, сорта и товарности урожая. Она имеет большое значение при уборке урожая вручную, так как сбор крупноплодных плодов значительно более производительен, чем мелких. Для промышленного приготовления варенья используют плоды крупноплодных сортов, но плоды мелкоплодных сортов часто обеспечивают продукцию переработки более высокого качества.

Масса плода, являясь сортовым признаком, сильно варьирует по годам в зависимости от возраста растений и обеспеченности их влагой.

Объекты и методы исследований

Исследования проводились в условиях Ботанического сада БелГУ, где заложена коллекция трех видов абрикоса: *Armeniaca vulgaris* Lamarck., *Armeniaca mandshurica* (Maximowicz) B. Skvortzov., *Armeniaca sibirica* (L.) Lamarck. Опыты проведены согласно методическому руководству «Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур [2]».

Обсуждение результатов

Основное внимание было обращено на качество плодов. Результаты исследований позволили показать как варьирует по годам масса плода в зависимости от погодных условий. Выявлено, что у абрикоса обыкновенного средняя масса плода варьировала в 2008 году от 13,2 г до 27,5 г, а в 2009 году от 9,5 г до 42,9 г. Можно выделить самые крупные образцы как П11, П13, П18, П22, П26, П28 у этих образцов средняя масса плода варьирует от 29,7 г до 42,9 г, а максимальная масса плода от 33,77 г до 26,9 г. Наряду с крупными были выделены и наиболее мелкие плоды у образцов П17, П24, 32, 37, 42, 45, 54, 55. У данных образцов средняя масса плода варьирует от 11,1 до 14,5 г, а максимальная масса плода от 11,7 до 14,9 г.

Кроме обыкновенного абрикоса было проведено изучение абрикоса сибирского и маньчжурского. Абрикос маньчжурский на данном этапе исследований представлен только одним плодоносящим образцом Е-10, а остальные образцы Е-3, Е-6 и Е-7 цветут но не плодоносят ввиду попадания под возвратные заморозки во время цветения. У абрикоса сибирского из 8-ми исследуемых образцов плодоносили 5. В основном у образцов плоды мелкие, средняя масса плода варьирует от 5,2 г до 10,2 г, максимальная масса плода достигала до 11,3 г (табл. 1).

Таблица 1

Масса плодов видов *Armeniaca* L.

Название образца	Год	Масса плода, г		Масса косточки, г	
		средняя	максимальная	средняя	Доля косточки, %
<i>Armeniaca vulgaris</i>					
П11	2009	42,9±0,8	46,90	2,9±0,2	6,8±0,2
П13	2009	32,8±1,1	37,04	2,6±0,5	7,9±0,8
П14	2009	28,7±2,4	36,36	2,8±1,1	9,9±1,8
П16	2009	24,3±2,6	33,04	4,5±1,0	18,5±0,5
П16	2009	21,4±2,0	25,10	2,2±,08	10,3±0,4
П17	2009	14,5±0,8	14,90	2,0±1,2	13,4±1,4
П18	2009	31,7±1,3	34,22	2,8±0,6	8,8±1,2
П22	2009	29,7±1,8	35,74	2,5±0,1	8,5±1,0
П23	2009	23,2±2,6	33,79	2,5±0,6	11,0±1,5
П24	2009	12,9±1,0	14,70	2,5±0,7	20,2±3,0
П26	2009	30,6±1,3	35,55	2,0±0,2	6,5±0,5
П28	2009	30,6±1,2	33,77	2,5±0,3	8,2±0,4
П31	2009	17,7±0,7	19,50	3,0±0,2	16,9±0,5
26	2009	16,8±1,0	19,74	2,4±0,3	14,4±0,5
31	2009	20,5±2,0	27,04	2,3±0,8	11,5±0,3
32	2008	18,6±1,2	22,30	2,1±0,3	10,6±0,3
	2009	10,3±0,7	11,75	2,0±0,4	19,1±0,2
37	2009	11,5±0,4	12,17	1,8±0,1	15,6±0,2
42	2009	12,8±8	13,82	2,0±0,2	15,8±0,3
44	2009	17,6±0,5	18,40	2,5±0,2	14,2±0,3
45	2008	14,0±1,0	18,20	1,5±0,4	10,8±0,3
	2009	10,0±0,5	10,81	1,4±0,2	14,3±0,4
46	2008	20,5±1,4	27,10	2,2±0,2	10,2±0,2
	2009	16,3±1,2	19,58	2,2±0,1	14,1±1,1
47	2009	9,5±1,1	11,20	1,7±0,5	18,3±0,4
48	2009	20,3±1,1	23,88	1,9±0,5	9,5±1,5
51	2009	21,4±0,7	22,52	2,3±0,3	10,7±0,2
52	2008	27,5±1,3	31,80	3,2±0,1	10,9±0,5
	2009	17,0±1,5	19,67	2,8±0,6	16,8±0,4
54	2009	13,8±0,3	14,50	2,1±0,4	14,9±1,5
55	2009	11,1±0,5	11,75	1,6±0,1	14,2±0,6
63	2009	15,1±0,4	16,02	2,1±0,7	13,6±1,4
64	2008	18,9±1,1	21,20	1,9±0,4	10,6±0,4
	2009	14,2±0,9	16,40	2,4±0,4	17,1±0,4
65	2009	15,2±0,8	17,13	2,2±0,3	14,5±0,5
71	2009	22,0±1,0	23,99	2,1±0,4	9,6±0,3
73	2009	11,3±0,6	12,24	1,6±0,4	14,3±0,5
74	2009	11,3±0,6	12,93	1,8±0,2	16,3±0,2
75	2009	17,0±0,6	18,30	1,9±0,3	11,0±0,1
81	2009	18,9±0,6	21,49	2,4±0,3	12,7±0,4
82	2008	22,2±1,4	26,50	2,8±0,5	12,5±0,5
	2009	22,1±1,0	24,93	2,9±0,4	12,9±0,6
83	2009	13,8±0,5	14,11	2,0±0,3	14,2±0,3
84	2008	13,2±1,5	18,30	1,2±0,6	8,9±0,5
	2009	11,1±0,5	11,92	1,6±0,6	14,4±1,0
85	2009	20,3±1,1	23,36	2,2±0,3	11,1±0,4
93	2009	13,9±0,7	15,88	2,5±0,3	17,9±0,6
<i>Armeniaca mandshurica</i>					
E-10	2009	6,6±0,3	7,04	1,5±0,2	23,3±0,2
<i>Armeniaca sibirica</i>					
E-4	2009	10,2±0,5	11,32	2,0±0,3	19,3±0,3
E-5	2009	6,7±1,5	8,83	1,6±0,8	22,0±2,2
E-8	2009	6,9±1,2	9,24	2,0±0,6	28,3±0,7
E-9	2009	5,2±0,6	5,88	1,2±0,2	24,0±1,0
E-12	2009	6,7±0,6	7,77	1,1±0,1	17,2±1,0



Таблица 2

Качественная оценка плодов *Armeniaca L.*

Название образца	Вкус ядра	Окраска плода	Оценка, балл			
			Внешний вид	Крупность	Вкус	Общая оценка
<i>Armeniaca vulgaris</i>						
П-11	Сладко-горькая	Зеленовато желтый	4,7	5,0	4,8	4,7
П-13	Горький	Оранжевая	4,9	4,8	4,9	4,6
П-14	Горький	Оранжевая	4,3	4,1	4,0	4,2
П-16	Горький	Желтая	5,0	4,7	4,8	4,7
П-16	Горький	Оранжевая	4,8	5,0	4,9	4,9
П-17	Горький	Оранжевая	4,0	3,6	3,2	4,2
П-18	Горький	Оранжевая	4,8	4,7	4,7	4,6
П-22	Горький	Оранжевая	4,3	4,2	4,4	4,3
П-23	Горький	Оранжевая	5,0	4,2	4,5	4,7
П-24	Сладко-горькая	Оранжево-желтая	4,8	4,2	4,4	4,5
П26	Сладкая	Желто-красный	4,6	4,6	4,5	4,7
П28	Горький	Желто-зеленая	5,0	5,0	4,8	4,9
П-31	Горький	Оранжевая	4,7	3,6	4,2	4,4
26	Горький	Желто-зеленовато	4,4	4,2	4,8	4,6
31	Горький	Оранжевая	4,8	4,8	4,6	4,7
32	Горький	Оранжевая зеленоватая	4,6	4,6	4,8	4,7
37	Горький	Желтая	5,0	3,7	4,1	4,5
42	Горький	Оранжевая	5,0	4,9	4,4	4,7
44	Горький	Желто-красноватая	4,6	3,9	4,4	4,5
45	Горький	Оранжевая	4,6	4,0	4,6	4,5
46	Горький	Оранжевая	4,8	4,7	4,6	4,7
47	Горький	Оранжевая	5,0	4,9	4,9	4,9
48	Горький	Желтая	5,0	4,4	4,2	4,5
51	Сладко-горькая	Оранжевая	4,8	4,6	4,7	4,7
52	Горький	оранжевая	4,8	4,6	4,7	4,7
54	Горький	Оранжевая	4,8	4,6	4,6	4,8
55	Горький	Желтая	5,0	3,8	4,2	4,7
63	Горький	Желтая	5,0	3,5	4,6	4,5
64	Горький	Оранжевая	5,0	4,7	4,7	4,6
65	Горько-сладкая	Оранжевая	4,7	4,1	4,2	4,3
71	Горько-сладкая	Желтая	5,0	4,0	4,1	4,3
73	Горький	Желтая	5,0	3,8	4,1	4,6
74	Горький	Желтая	4,9	4,9	4,5	4,4
75	Горький	Желтая	4,8	4,0	4,5	4,6
81	Горький	Желтая	5,0	4,8	4,7	4,6
82	Горький	Оранжевая	4,7	4,4	4,7	4,7
83	Горький	Желтая	5,0	5,0	4,9	4,9
84	Горький	Оранжевая	4,6	4,5	4,6	4,6
85	Горький	Желто-зеленоватая	4,8	4,0	4,7	4,7
93	Горький	Оранжевая	4,8	4,2	4,7	4,6
<i>Armeniaca sibirica</i>						
Е-4	Горький	Желтая	4,9	4,9	4,8	4,8
Е-5	Горький	Оранжевая	5,0	4,2	4,4	4,5
Е-8	Сладко-горький	Желто-зеленая	4,5	3,9	4,1	4,3
Е-9	Сладко-горький	Оранжевая	4,0	3,0	3,0	3,5
Е-12	Горький	Оранжевая	4,0	3,6	3,5	3,8
<i>Armeniaca mandshurica</i>						
Е-10	Сладко-горький	Оранжевая	4,5	4,0	4,5	4,0



Проведенная качественная оценка форм абрикоса выявила целевую пригодность данных плодов. Изученные 3 вида абрикоса (*A. sibirica*, *A. mandshurica*, *A. vulgaris*) в основном имеют вкус ядра горький или сладко – горький (табл.2), встречаются образцы со сладким ядром. У абрикоса обыкновенного почти все образцы с горьким ядром, только один образец П26 имеет сладкое ядро. Сибирский и маньчжурский образцы имели практически все образцы с горьким или сладко-горьким ядром.

По окраске плода в основном выявлена оранжевая окраска у абрикоса обыкновенного, у сибирского также преобладает оранжевая окраска плода, а у маньчжурского желтая.

Проведенная дегустационная оценка плодов по пятибальной шкале (внешний вид, крупность, вкус и общая оценка) выявила, что в основном лидирует практически по всем показателям абрикос обыкновенный, где получены наиболее высокие оценки по всем показателям. У абрикоса сибирского выделена только одна форма с высокими показателями Е–4, а абрикос маньчжурский имел средние вкусовые качества плодов.

Выводы

Проведенные исследования позволили сделать следующие выводы:

– выявлены формы видов с высокими товарными и хозяйственно-биологическими качествами, в том числе по урожайности, массе плода, высоким вкусовым качествам плодов и семян.

– изучение видов абрикоса позволило выявить источники по основным хозяйственно-ценным признакам.

Список литературы

1. Скворцов, А.К. Абрикос в Москве и Подмоскowie / А.К. Скворцов, Л.А. Крамаренко. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2007. – 188 с.
2. Джигадло, Е.Н. Косточковые культуры / Е.Н. Джигадло, А.Ф. Колесникова, Г.В. Еремин и др. / Программа и методика селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур / – Орел: Изд-во ВНИИСПК, 1999. – С.300-350.
3. Крамаренко, Л.А. Абрикос в Подмоскowie /Л.А.Крамаренко // Наука и жизнь/ – 2002. – №5. – С.32-35.

APRICOT SELECTION ON QUALITY OF FRUITS IN THE CONDITIONS OF THE BELGOROD REGION

E.V. Gavrjushenko

Belgorod National Research University, Belgorod, Pobedy str., 85

e-mail: sorokopudov@bsu.edu.ru

In the conditions of the Belgorod region indicators of quality of fruits of an apricot of different kinds are studied and forms of kinds with high commodity and economic – biological qualities are revealed. Forms on weight of fruits, percentage of a stone in fruits are allocated. The estimation of flavoring qualities of fruits and seeds is spent.

Key words: an apricot, kinds, forms, quality of fruits, seeds, *Armeniaca vulgaris* *Armeniaca sibirica*, *Armeniaca mandshurica*.

УДК 634.71:631.527

АДАПТИВНАЯ СПОСОБНОСТЬ СОРТОВ МАЛИНЫ НА КАМЧАТКЕ

Е.Н. Петруша

ГНУ Камчатский НИИСХ
Елизовский район, п. Сосновка,
ул. Новая, 4

e-mail: sorokopudov@bsu.edu.ru

Проведенные исследования в Юго-восточной зоне Камчатского края позволили рекомендовать для внедрения в любительское садоводство сорта малины с комплексом хозяйственно ценных признаков Иллюзия и Фантазия, наиболее адаптированные к местным природно-климатическим условиям.

Ключевые слова: малина, сорта, зимостойкость, урожайность, масса ягоды

Введение

Условия юго-восточного побережья Камчатского края, куда входят Елизовский район и г. Петропавловск-Камчатский благоприятны для выращивания основных ягодных культур, в том числе и малины. Плоды малины обладают высокими диетическими и лечебными свойствами. Малина пользуется у населения Камчатки большой популярностью и выращивается на каждом дачном участке [1 - 5].

Объекты и методы исследования

Природно-климатические условия данного региона не всегда благоприятны для плодоношения малины. В отдельные годы побеги подвергаются иссушению в морозную и ветреную погоду, а во время оттепелей с резким похолоданием сильно страдают и цветковые почки.

В Камчатском НИИСХ в течение 2001-2006 гг. проводили коллекционное изучение 22 сортов малины согласно «Программе и методике сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур» (Орел, 1999 г.). Оригинаторами сортов являлись НИИ садоводства Сибири имени М.А. Лисавенко, НЗПЯОС им. И.В. Мичурина, ВСТИСП. Контрольные сорта: Новость Кузьмина, Метеор. Коллекционный питомник был заложен на выровненной поверхности, с залеганием грунтовых вод не менее 1 метра. Почва по механическому составу легко суглинистая, вулканического происхождения, слабокислая (рН 5.6-6.0). Схема посадки 2,8 × 1 м.

Целью исследований явилась оценка сортов малины для выявления адаптированных к экстремальным условиям Камчатского края с комплексом хозяйственноценных признаков. Оценка сортов малины проводилась по основным показателям: зимостойкость, урожайность, качество ягод, устойчивость к болезням и вредителям, побегообразовательная способность.

Фенологические наблюдения включали: установление сроков наступления вегетации, начало и конец цветения, начало и конец созревания ягод, продолжительность вегетационного периода.

Результаты и их обсуждение

Основным определяющим фактором в отборе сортов малины остается зимостойкость, которая является важной оценкой при расширении сортимента. Зимние периоды 2004-2005, 2005-2006 гг. были неблагоприятными для условий неукрывной культуры малины. Низкая температура III декады октября в 2004 году (-7°C), в 2005 году (-10,9°C) и в I декаде ноября в 2004 году (-10,0°C), в 2005 году (-18,2°C) с оттепелями (9-11 дней) при наличии небольшого снегового покрова (2-15 см), привели к серьезным зимним повреждениям продуктивных побегов и цветковых почек.

В учетные годы 2005 и 2006 низкую зимостойкость с оценкой 4,6-5,0 баллов показали сорта Ревейли, Искра, Брянская, Зоренька, Малаховка, Рубиновая и контрольный сорт – Метеор. Растения этих сортов почти полностью вымерзли (табл. 1).

Таблица 1

Оценка зимостойкости растений малины

Сорт	Степень подмерзания балл							
	Почек				побегов			
	зима, год							
	2003-2004	2004-2005	2005-2006	среднее	2003-2004	2004-2005	2005-2006	среднее
Новость Кузьмина – контроль	1,0	1,2	1,2	1,1	1,4	1,6	1,0	1,3
Иллюзия	1,0	2,0	1,5	1,5	1,0	1,6	2,0	1,5
Кредо	1,0	3,6	3,0	2,5	1,0	3,0	3,0	2,3
Барнаульская	3,0	3,0	3,0	3,0	3,5	3,4	3,0	3,3
Амурчанка	1,0	2,8	3,5	2,4	1,5	2,8	4,0	2,8
Ревейли	3,0	5,0	5,0	4,3	3,0	5,0	5,0	4,3
Брянская	2,7	3,8	4,6	3,7	3,6	3,2	5,0	3,9
Бердская крупная	2,0	2,4	3,0	2,5	1,0	1,6	4,0	2,2
Фантазия	1,8	1,2	2,5	1,8	1,6	1,4	3,0	2,0
Зоренька	1,0	4,0	5,0	3,3	2,0	3,4	5,0	3,5
Колокольчик	1,3	2,5	2,5	2,1	1,0	2,5	3,3	3,3
Искра	2,7	5,0	5,0	4,2	2,3	5,0	5,0	4,1
Славянка	1,0	2,8	2,8	2,2	1,3	3,0	3,4	2,6
Прелесть	1,2	2,6	3,0	2,3	1,0	2,8	3,2	2,3
Вера	3,2	1,8	1,2	2,1	3,0	2,4	2,0	2,5
Вега	2,0	3,2	2,6	2,6	1,6	3,8	3,5	3,0
Метеор – контроль	2,8	5,0	5,0	4,3	3,2	4,4	5,0	4,2
Рубиновая	1,4	1,2	5,0	2,5	3,0	1,6	5,0	3,2
Мгновение лета	3,0	2,6	3,5	3,0	2,3	3,0	3,4	3,0
Малаховка	1,0	2,6	5,0	2,9	1,2	4,8	5,0	2,7

Все сортообразцы малины уступали контролю Новость Кузьмина. В итоге сорта распределены на группы по степени зимостойкости: высокзимостойкие (1,1-1,8 балла) – Новость Кузьмина, Иллюзия, Фантазия; зимостойкие (2,1-2,4 балла) – Колокольчик, Вера, Славянка, Прелесть, Амурчанка; среднезимостойкие (2,5-3,3 балла) – Кредо, Бердская крупная, Рубиновая, Барнаульская, Мгновение лета, Малаховка, Зоренька; слабокзимостойкие (3,7-4,3 балла) – Ревейли, Брянская, Искра, Метеор.

Вегетация исследуемых сортов малины в среднем по годам начиналась с 20 мая по 31 мая при среднесуточной температуре воздуха выше 4°C и сумме активных температур 61,3-188,0°. Цветение начиналось в зависимости от условий погоды. Во II и III декадах июля (12-23 июля), при среднесуточной температуре воздуха 14,5-16,8°C. Выявлено, что для начала цветения малины в районе исследований требуется накопление тепла 607,0-811,5°C.

По срокам начало созревания все изучаемые сорта были разделены на группы: ранние – созревание наступает с 15 по 18 августа при сумме активных температур 1094-1125°C – Новость Кузьмина, Колокольчик; средние – созревание с 19 по 22 августа при сумме активных температур 1146-1160°C – Иллюзия, Кредо, Амурчанка, Славянка, Мгновение лета, Вера, Прелесть, Зоренька, Фантазия, Малаховка, Барнаульская, Брянская, Бердская крупная, Вега; среднепоздние – 25 августа при сумме активных температур 1186°C – Рубиновая.



За все годы исследования естественного листопада у всех изучаемых сортов не наблюдали. Растения малины не успевали закончить вегетацию и уходили в зиму не подготовленными. Побегообразовательная способность различалась по сортам и варьировала от 19 шт. на погонный метр у сортов Амурчанка, Бердская крупная до 28 шт. на погонный метр у сортов Барнаульская, Фантазия, Рубиновая, Славянка. В конце вегетации побеги малины достигали 125-198 см.

По результатам исследований выше контрольного сорта Новость Кузьмина (1,7 кг с куста) была продуктивность у сортов Иллюзия (2,0 кг с куста), Фантазия (1,9 кг с куста). Сорта Рубиновая, Вера имели урожай на уровне контроля, то есть 1,6 и 1,7 кг с куста соответственно (табл. 2).

Наиболее крупноплодными были сорта Рубиновая – 4,2 г, Бердская крупная – 4,0 г, Иллюзия – 3,8 г, Вера – 3,5 г, Малаховка – 3,5 г, Фантазия – 3,4 г.

Таблица 2

Продуктивность и качество ягод сортов малины (среднее за 2004-2006 гг.)

Сорт	Продуктивность, кг/куст	Средняя масса ягод, г	Вкус, балл	Сухое вещество, %	Сахара, %	Аскорбиновая кислота, мг %
Новость Кузьмина – Контроль	1,7	2,9	5,0	12,40	6,24	35,5
Иллюзия	2,0	3,8	4,5	11,45	5,27	37,84
Кредо	0,6	3,0	4,0	12,07	4,76	31,28
Барнаульская	0,8	2,4	4,5	11,39	5,22	35,93
Амурчанка	0,4	2,8	4,0	11,18	5,0	37,39
Брянская	0,6	3,3	4,5	11,36	5,66	24,17
Бердская крупная	0,9	4,0	5,0	10,32	7,33	37,10
Фантазия	1,9	3,4	5,0	11,39	5,41	42,83
Зоренька	0,9	3,0	4,0	11,21	4,36	45,82
Колокольчик	0,7	2,7	4,0	11,90	6,43	43,56
Славянка	0,5	3,2	4,0	11,90	5,71	35,20
Прелесть	0,3	3,1	4,0	6,07	7,57	33,40
Вера	1,7	3,5	5,0	11,06	4,51	40,19
Рубиновая	1,6	4,2	4,5	10,16	4,83	23,47
Мгновение лета	0,5	2,4	4,5	10,78	4,11	37,84
Малаховка	0,9	3,5	4,5	11,21	3,68	36,08
НСР (0.95)	1,0					

По вкусовым качествам высокую оценку (4,5-5,0 балла) при дегустации малины получили сорта Новость Кузьмина, Бердская крупная, Фантазия, Вера, Иллюзия, Барнаульская, Брянская, Рубиновая, Мгновение лета, Малаховка.

Анализ химического состава плодов малины показал среднее содержание сухих веществ (6,07-12,40%) и сахаров (3,68-7,57%). Большим количеством аскорбиновой кислоты характеризуются сорта Зоренька 45,82 мг %, Колокольчик (43,56 мг %), Бердская крупная (37,1 мг %), Вера (40,19 мг %) (Табл. 2).

Выводы

На основании наших исследований рекомендуются для внедрения в любительское садоводство сорта малины с комплексом хозяйственно ценных признаков Иллюзия и Фантазия, наиболее адаптированные к природно-климатическим условиям Юго-восточной зоны Камчатского края.

Список литературы

1. Коротков Н.И. Морозостойкость малины из различных эколого-географических мест // Краткие тезисы докладов Всесоюзной науч. конф. молодых ученых. – М, 1982. – 195 с.



2. Бакланова Г.И., Белых А.М. Сравнительная оценка выращивания новых сортов малины красной в Новосибирской области. // Научно-экономические проблемы регионального садоводства. – Барнаул, 2003. – С.110-113

3. Кичина В.В., Иванов С.В. Биохимическая оценка некоторых интродуцированных сортов малины в Подмоскowie // Сб. науч. Работ НИЗИСНП. – М., 1977. – Т. 10. – С. 175-179.

4. Винокурова Н.В., Соловьева Т.А., Петруша Е.Н.. Улучшение породно- сортового состава ягодных культур Камчатской области // Генетические ресурсы растениеводства ДВ. : материалы междуна. науч. конф. – Владивосток: Дальнаука, 2004. – С. 293-299.

5. Петруша Е.Н. Агротехника. Вредители и болезни малины. // Система ведения агропромышленного производства Камчатской области. – П.-Камчатский, 2005. – С. 132-143.

ADAPTIVE ABILITY OF GRADES OF THE RASPBERRY ON KAMCHATKA

E.N. Petrusha

*The GNU Kamchatka НИИСХ
Elizovsky area, the item Sosnovka,
Street New, 4*

e-mail: sorokopudov@bsu.edu.ru

In the Southeast zone of the Kamchatka edge Illusion and the Imagination most adapted for local prirodno-environmental conditions have allowed to recommend the conducted researches for introduction in amateur gardening of a grade of a raspberry with a complex of economic valuable signs.

Key words: a raspberry, grades, winter hardiness, productivity, weight of a berry

УДК 634.71:631.526

ИНТРОДУКЦИЯ КРЫЖОВНИКА ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ СОРТИМЕНТА КАМЧАТСКОГО КРАЯ

Е.Н. Петруша*ГНУ Камчатский НИИСХ Елизовский район, п. Сосновка, ул. Новая, 4**e-mail: sorokopudov@bsu.edu.ru*

Проведенные исследования по интродукции крыжовника в условиях юго-восточной зоны Камчатки позволили выделить по основным хозяйственно ценным признакам сорта Изабелла, Сеянец Салюта, Олави, Малахит, Кооператор, Владил, Колобок, Черносливовый. Данные сорта пригодны для возделывания в производственных условиях и в частных садах.

Ключевые слова: крыжовник, сорта, плоды, семена, зимостойкость.

Введение

Крыжовник ценится за высокую продуктивность, пищевую ценность, лечебно-диетические качества, всестороннее использование. В связи с этим на Камчатке постоянно растет спрос садоводов-любителей на сорта крыжовника с улучшенными биологическими и хозяйственными качествами.

В ГНУ Камчатском НИИСХ научно-исследовательская работа по совершенствованию сортимента интродуцированных сортов ягодных культур начата три десятилетия назад. В результате работ по расширению сортимента крыжовника были районированы сорта: Красный крупный, Смена, Фонарик, Уральский виноград, Русский, Орленок.

В последние десятилетия, появились новые сорта крыжовника, которые характеризуются высокой зимостойкостью, урожайностью, сферотекоустойчивостью, слабооколюченностью. Многие из этих сортов уже прошли испытание в различных климатических зонах страны, но суровых условиях Камчатки новые сорта еще не изучены. Актуальным вопросом развития ягодного садоводства Камчатского края является увеличение и улучшение сортимента, ускорение сортообновления. Одним из путей решения этой проблемы – интродукция ценных сортов из других регионов.

Условия и методы исследования

Климат Камчатки имеет муссонный характер. Зимой над ее территорией преобладают сухие ветра, дующие из глубины материка, а летом – влажные с океана. Лето на полуострове прохладное, туманное. Продолжительность летнего периода составляет 80-90 дней. Юго-восточный район, где проводились наши исследования, характеризуется большим количеством осадков (780-1119 мм) и высокой влажностью воздуха (60-80%). Зима относительно теплая, часто наблюдаются оттепели, температура воздуха поднимается до +3,7°C. Средняя многолетняя температура воздуха в январе не превышает – 3,7°C, минимальная опускается до – 26°C. Почва промерзает на глубину 30-50 см.

Переход среднесуточной температуры через 0°C происходит 20-22 апреля, через 5°C – 20-23 мая.

Лето на юго-восточном побережье прохладное и короткое. Продолжительность вегетационного периода составляет 120-160 дней. Сумма положительных среднесуточных температур – 1300-1600°C.

К особо неблагоприятным явлениям погоды в вегетационный период относятся заморозки. Чаше заморозки продолжаются до первой декады июня и начинаются в третьей декаде августа. Заморозки на крыжовник особого отрицательного воздействия не оказывают.

Основу пахотных земель центральной зоны составляют светло-охристые вулканические почвы (70%). По механическому составу супесчаные и песчаные.



Работа по коллекционному изучению крыжовника проводилась на базе Камчатского НИИСХ. Всего в испытании находилось 36 сортов и 5 элитных сеянцев 2001 и 2002 годов посадки. Сортовой фонд представлен сортами отечественной и зарубежной селекции, интродуцированными из различных эколого-географических зон страны. Оригинаторами сортов являлись Южно-Уральский НИИПК, ВСТИСП, Ленинградская ПООС, НИИ садоводства Сибири им. М.А. Лисавенко, ВНИИС им. И.В. Мичурина, БНИИКПО. Из зарубежных сортов в изучение были включены сорта из Финляндии, Латвии, Украины. Исследования проводили согласно «Программы и методики сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур» (г. Орел – 1999 г., г. Мичуринск – 1973 г.). Изучали: наступление основных фенологических фаз, зимостойкость, продуктивность, качество ягод, устойчивость сортов к болезням и вредителям.

Результаты и их обсуждения

За период исследований (2004-2007 гг.) начало вегетации крыжовника наблюдалось в среднем с 13 мая по 23 мая. Цветение началось через 28-35 дней после распускания почек и продолжалось в среднем 14-23 дня. Разница в сроках цветения не превышала 3-11 дней.

По срокам созревания все изучаемые сортообразцы были разделены на группы: ранние (полное созревание наступает с 29 августа по 4 сентября) – Уральский виноград, Белорусский, Изабелла, Изюмный и другие; среднеспелые (с 5 по 8 сентября) – Пушкинский, Малахит, Владил, Кооператор, Колобок, Черносливовый и другие; среднепоздние (с 9 по 13 сентября) – Олави, Машека, Мазершкота, Ласковый и другие; поздние (с 14 по 20 сентября) – Леденец, Гранатный, Нежный.

Зимостойкость – наиболее важный признак, определяющий возможность возделывания культуры в условиях Камчатского края. В условиях юго-восточного района Камчатки крыжовник считается достаточно зимостойкой культурой. Но в отдельные годы наблюдалось сильное подмерзание таких сортов, как Млеевский желтый, Млеевский красный, Гранатный, Старт и другие. За период исследований (2004-2007 гг.) в условиях неукрывной культуры зимостойкость сортов крыжовника проявлялась в разной степени. Высокую зимостойкость показали сорта Нарядный, Малахит, Красный крупный, Леденец, Кооператор, Сеянец Салюта, Олави, Машека, Ленинградец, Алтайский золотистый, Надежный, Изюмный, Изабелла, Колобок, Владил, Черносливовый и другие (таблица).

Таблица

Оценка перспективных сортов крыжовника (среднее за 2004-2007 гг.)

Сорт	Зимостойкость, балл	Продуктивность, кг/куст	Масса ягоды, г		Содержание в ягодах		
			средняя	максимальная	сухих веществ, %	сахаров, %	аскорбиновой кислоты, мг %
Посадка 2001 года							
Уральский виноград (st)	0	2,4	6,2	10,5	11,18	7,68	38,38
Изабелла	0,8	3,6	4,7	6,3	12,02	6,56	51,04
Сеянец Салюта	0	3,2	4,4	7,5	14,27	9,05	53,31
Олави	0,6	2,7	3,6	4,8	10,95	7,73	51,04
Малахит	0,2	2,6	4,7	8,4	12,33	8,32	51,50
Кооператор	0,3	2,5	3,6	4,9	11,34	7,73	56,32
Посадка 2002 года							
Уральский виноград (st)	0	0,9	6,0	9,8	12,21	8,29	48,67
Владил	0,3	3,2	2,7	3,7	14,49	8,61	44,88
Колобок	0,4	1,6	4,6	8,9	10,42	6,70	36,52
Черносливовый	0,3	1,5	6,0	8,2	11,10	6,02	59,39
NCP (0,95)		1,0					

В системе оценки сортов по комплексу хозяйственно биологических признаков большое значение имеет устойчивость их к американской мучнистой росе, поскольку

это заболевание наносит крыжовнику самый большой вред. В годы исследований наблюдалось поражение крыжовника сферотекой. Наиболее благоприятными для развития сферотеки были 2005, 2006 года. Первые симптомы болезни проявились на молодых растущих побегах во второй декаде июля. Среднее и сильное поражение в эти годы были отмечены у сортов Уральский виноград, Ленинградец, Русский желтый, Млеевский желтый, Розовый ранний, Машека, Пушкинский, Золотой огонек, Красная Заря. Высокий процент (70-50%) поражения ягод имели сорта Уральский виноград и Ленинградец, что в значительной степени повлияло на урожай этих сортов. Следует отметить, что поражаемость крыжовника американской мучнистой росой изменяется в зависимости от условий среды. Замечено, что поражение крыжовника сферотекой проявлялось в период обильных туманов и выпадения осадков при средних температурах от 15 до 20°C. В целом за годы исследований устойчивость к сферотеке проявили сорта Сеянец Смены, Нарядный, Малахит, Леденец, Кооператор, Сеянец Салюта, Надежный, Изюмный, Изабелла, Колобок, Садко, Ласковый, Черносливовый и другие.

Изучение крыжовника в условиях Камчатского края показало, что благоприятные метеорологические условия с умеренными температурами и достаточным количеством осадков благоприятны для увеличения массы ягоды и урожайности культуры в целом.

Средняя продуктивность изучаемых сортов составляла 2,2 кг с куста и варьировала от 0,6 до 3,7 кг (табл. 1). Низкая урожайность от 0,6 до 1,3 кг с куста отмечена у сортов: Золотой огонек, Красная Заря, Млеевский желтый, Русский желтый, Садко, Старт, элс. 34-62-42. Средняя (1,5-2,7 кг с куста) у сортов Надежный, Нарядный, Машека, Пушкинский, эл.с. 12-1-90, 25-1-90 и другие. Наибольшую урожайность (3,0-3,7 кг с куста) имели сорта Сеянец Салюта, Изюмный, Изабелла, Леденец, Владил, Красный крупный.

Масса ягод крыжовника варьировала от 2,0 до 6,2 г. Очень крупные ягоды были у сортов Уральский виноград, Ленинградец, Малахит, Сеянец Салюта, Колобок, Ласковый, Нежный, Изумрудный, Черносливовый, Краснославянский и у элитного сеянца 12-1-90 (7,5-10,5 г). Меньше масса ягод у сортов Надежный (2,0 г), Изюмный (2,4 г), Леденец (2,5 г), Владил (2,7 г), Старт (2,8 г).

Отличным вкусом и привлекательностью (5 баллов) отмечались сорта Малахит, Сеянец Салюта, Машека, Изабелла, Колобок, Изумрудный, Олави, элитный сеянец 34-62-42.

Содержание сухих веществ в зависимости от сорта и степени зрелости колеблется от 10,22% (Пушкинский) до 14,49% (Владил), сахаров – от 5,69% (Нежный) до 11,08% (Изумрудный). Максимальное накопление аскорбиновой кислоты отмечено у сортов Нарядный (57,84 мг %), Малахит (51,50 мг %), Кооператор (56,32 мг %), Сеянец Салюта (53,31 мг %), Олави (51,04 мг %), Черносливовый (59,39 мг %), Нежный (55,44 мг %) и другие (табл. 1).

Выводы

Проведенные исследования в условиях юго-восточной зоны Камчатского края позволили выделить по основным хозяйственно ценным признакам сорта Изабелла, Сеянец Салюта, Олави, Малахит, Кооператор, Владил, Колобок, Черносливовый, которые будут способствовать формированию современного сортимента.

Список литературы

1. Гидрометеослужба – сельскому хозяйству Камчатки. - П.- Камчатский, 1963. – С.49-50.
2. Сорокопудов В.Н., Мелькумова Е.А. Крыжовник в Сибири – Новосибирск, 1999. – 89 с.
3. Пышина З.С., Стрельникова В.Н. Сравнительная оценка некоторых сортов крыжовника по устойчивости к американской мучнистой росе // Достижения науки в практику. – М., 1990. – С. 101-102.



4. Петруша Е.Н. Создание новых сортов, особенности сортоизучения и разработка сортимента ягодных культур для Камчатки. // Роль инноваций в современном обществе. / Материалы международной науч. практ. конференции. – П.-Камчатский, 2007. – С. 153-161.

5. Петруша Е.Н. Крыжовник на Вашем участке. // Практическое пособие для садоводов – любителей. – П.-Камчатский, 2003. – 20 с.

INTRODUCTION OF THE GOOSEBERRY FOR IMPROVEMENT OF GRADES OF THE KAMCHATKA EDGE

E.N. Petrusha

*Kamchatka, Elizovo, v. Sosnovka,
Street New, 4*

e-mail: sorokopudov@bsu.edu.ru

The conducted researches on an introduction of a gooseberry in the conditions of a southeast zone of Kamchatka have allowed to allocate to the basic economic valuable signs of a grade the Isabella, Sejanets of Salute, Olavi, Malachite, the Co-operator, Vladil, Kolobok, Prunes. The given grades are suitable for cultivation under production conditions and in private gardens.

Key words: a gooseberry, grades, fruits, seeds, winter hardiness

УДК 635.168:581.8

ИЗУЧЕНИЕ АНАТОМИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ ТРАВЫ КОЗЛОБОРОДНИКА ВОСТОЧНОГО

В.Н. Бубенчикова
Я.С. Трембаля
С.А. Прохорова

Курский государственный
медицинский университет,
305041, г. Курск, ул. К.Маркса, 3

e-mail:
kaf.farmakognoz@kurskmed.com

В статье изложены результаты изучения микроскопических анатомических признаков стебля, листа, обертки и венчика козлобородника восточного (*Tragopogon orientalis* L.), полученные с помощью микроскопа «Биолам С-11» с цифровой насадкой и обработанные в графическом редакторе Adobe Photoshop 10.0. Выявленные микродиагностические признаки можно использовать при проведении микроанализа сырья «трава козлобородника восточного».

Ключевые слова: трава козлобородника восточного, стебель, лист, обертка, венчик.

Введение

Род *Tragopogon* L. (от греч. *tragos* – козел, *rogon* – борода) входит в состав обширного семейства Астровые (*Asteraceae*). Род впервые выделен и описан Карлом Линнеем, но приобрел известность еще в Древнем мире, упоминаясь в трудах Авиценны. Представители рода – двулетние и многолетние растения с млечным соком. На территории Центрального Черноземья широко распространен *T. orientalis* – козлобородник восточный, произрастающий на лугах и сухих склонах, полянах, песчаных почвах в сосновых лесах [3].

Данный вид широко применяется в народной медицине в качестве желчегонного, антисептического, отхаркивающего, противогинготного средства. В народной медицине Сибири козлобородник восточный применяется при истерии, ревматизме, белях, гонорее в виде отвара [4], снимает головную боль при золотухе, успокаивает и нормализует самочувствие при стрессах [2].

Объект и методика исследования

Объект исследования – трава козлобородника восточного, собранная в период массового цветения на территории Курской области в 2009 году. Исследование проводили в соответствии с методиками ГФ XI издания [1]. Для получения микрофотографий использовался лабораторный микроскоп «Биолам С-11» с цифровой насадкой. Результаты обработаны с помощью графического редактора Adobe Photoshop 10.0.

Результаты и обсуждения исследований

Стебель на поперечном срезе округлый, со слабо выступающими ребрами. Клетки эпидермиса в поперечном сечении почти квадратные, с выпуклой утолщенной наружной стенкой и четко выраженными зубчиками кутикулы. При рассмотрении с поверхности эпидермальные клетки прямостенные, разнообразной формы – от многоугольных паренхимных до прямоугольных, вытянутых вдоль оси стебля. Имеются устьица аномоцитного типа.

Первичная кора хорошо выражена (рис. 1). Колленхима уголкового типа, образует в ребрах 6-8-рядные тяжи. Межреберья заполнены 5-6 рядами тонкостенных клеток хлорофиллоносной паренхимы. Эндодерма представлена одним рядом овальных тонкостенных клеток. Проводящая система пучкового строения, состоит из кольца разновеликих пучков биколлатерального типа. Наружная флоэма в очертании полулунной формы, образована мелкими тонкостенными клетками. Сосуды ксилемы располагаются радиальными рядами, их количество варьирует в зависимости

от размеров пучка – от 4-6 в крупных и 2-3 в мелких. Ксилемная часть пучков погружена в кольцо механической обкладки, состоящей из склеренхимных волокон и толстостенных клеток одревесневшей паренхимы. Сосуды ксилемы отделены от внутренней флоэмы 5-6 рядами клеток с толстыми одревесневшими оболочками. Клетки внутренней флоэмы мелкие, тонкостенные, окружены крупными клетками основной паренхимы. Внутренняя флоэма мелких пучков развита незначительно. Имеются млечники, сопровождающие наружную флоэму. Сердцевина занимает большой объем, представлена крупноклеточной тонкостенной паренхимой (рис. 1).

Лист. Клетки верхнего эпидермиса в средней части листовой пластинки паренхимные, в очертании полигональные или со слабо извилистыми стенками (рис. 2, 3). Контуры клеток нижнего эпидермиса варьируют от почти прямостенных до извилистых (рис. 5). В оболочках клеток верхнего и нижнего эпидермиса хорошо заметны поры (рис. 2, 3, 5).

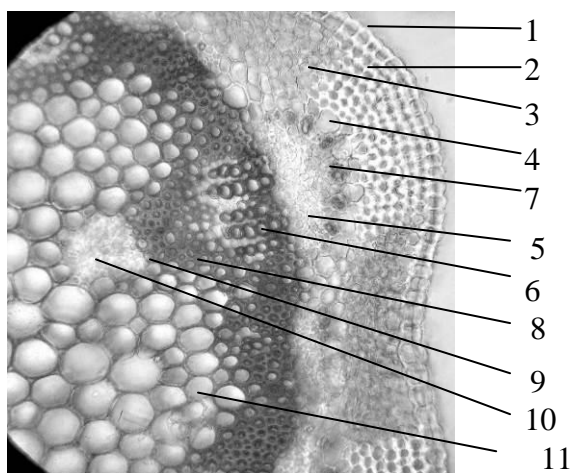


Рис. 1. Фрагмент поперечного среза стебля (увел. х80)

- 1 – эпидермис
- 2 – колленхима
- 3 – хлорофиллоносная паренхима;
- 4 – эндодерма;
- 5 – наружная флоэма
- 6 – сосуды ксилемы
- 7 – млечники
- 8 – механическая обкладка
- 9 – паренхима
- 10 – внутренняя флоэма
- 11 – сердцевина

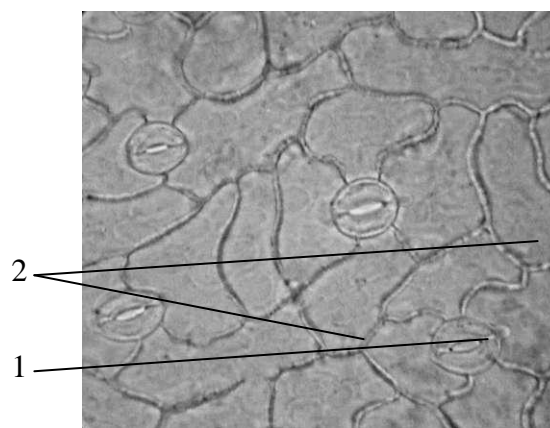


Рис. 2. Фрагмент верхнего эпидермиса листа (увел. х600)

- 1 – устьице
- 2 – поры

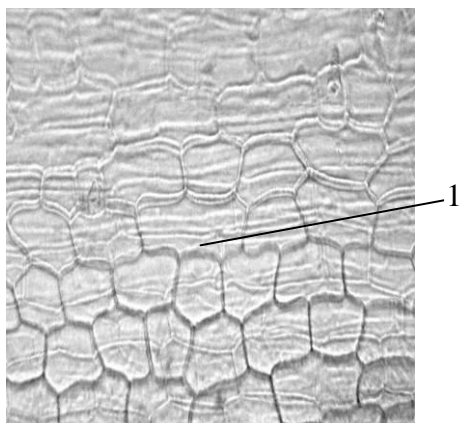


Рис. 3. Фрагмент верхнего эпидермиса листа (увел. х200)

- 1 – поры

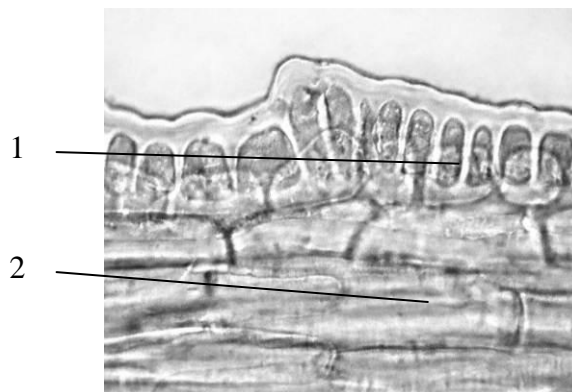


Рис. 4. Фрагмент верхнего эпидермиса края листа (увел. х600)

- 1 – клетки палисадного типа
- 2 – продольно вытянутые клетки

Устьица аномоцитного типа размещены на обеих сторонах листа. Вдоль края листовая пластинка, а также по жилкам эпидермальные клетки ровноконтурные, продольно вытянутые (рис. 4, 6). На нижнем эпидермисе обнаружены многоклеточные (10 и более клеток) гусеницевидные тонкостенные волоски, состоящие из почти одинаковых коротких клеток с тупым концом (рис. 6). Клетки эпидермиса по краю листа толстостенные, варьируют по форме от почти квадратных до узких, высоких, палисадного характера, с сильно утолщенной наружной стенкой и заметным слоем кутикулы (рис. 4). Вдоль жилок под эпидермисом хорошо просматриваются членистые, анастомозирующие млечники (рис. 7).

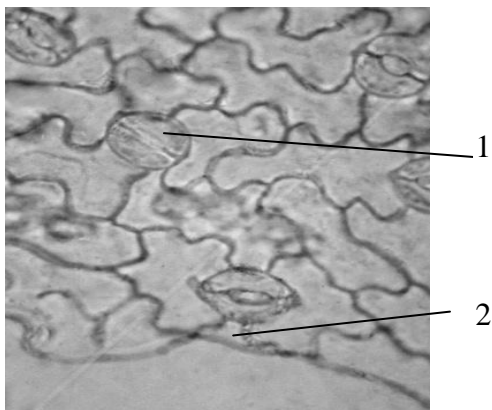


Рис. 5. Фрагмент нижнего эпидермиса листа (увел. х300)

1 – устьице
2 – поры



Рис. 6. Фрагмент нижнего эпидермиса края листа (увел. х300)

1 – продольно вытянутые клетки
2 – гусеницевидный волосок

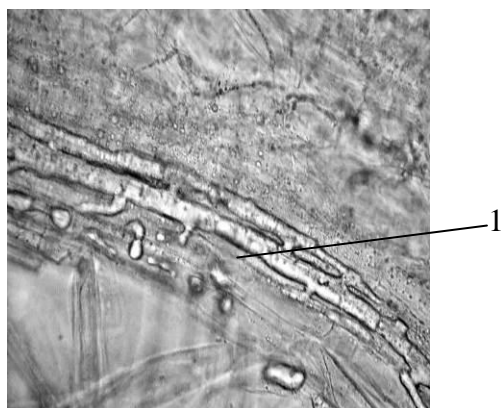


Рис. 7. Фрагмент поверхностного препарата листа (увел. х200)

1 – млечники

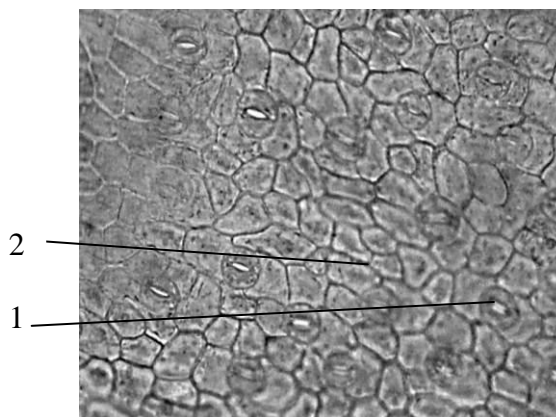


Рис. 8. Фрагмент нижнего эпидермиса края листочка обертки (увел. х300)

1 – устьице; 2 – поры

Обертка. Клетки эпидермиса на обеих сторонах листочков обертки в средней их части паренхимные, полигональные, прямостенные или со слегка извилистым контуром (рис. 8, 11). В клеточных оболочках хорошо заметны поры (рис. 8). Вдоль края листочка клетки ровноконтурные, вытянутые вдоль его оси (рис. 9, 10, 15). Хорошо видны сосочковидные выросты эпидермальных клеток, расположенных на верхушке и вдоль края листочка (рис. 9). Устьица аномоцитного типа размещены на обеих сторонах листочка. вдоль жилок имеются млечники, аналогичные таковым в стебле и листе.

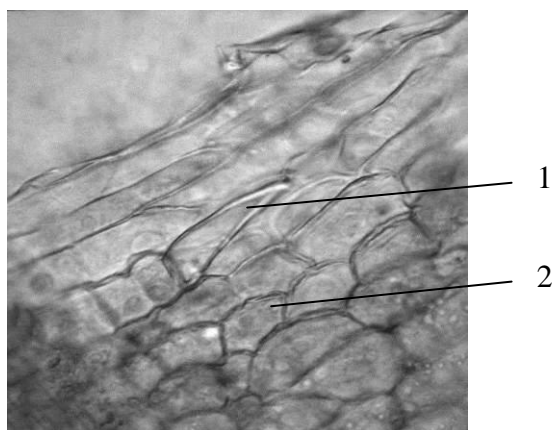


Рис. 9. Фрагмент нижнего эпидермиса края листочка обертки (увел. х600)
1 – одноклеточный конусовидный волосок
2 – сосочковидные выросты

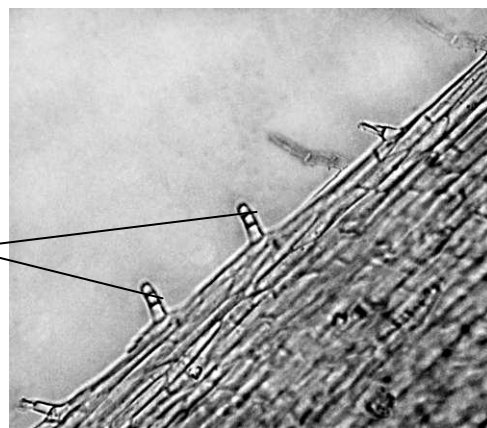


Рис. 10. Фрагмент верхнего эпидермиса края листочка обертки (увел. х300)
1 – фрагменты бичевидных волосков

На обеих сторонах листочка обнаружены следующие типы волосков:

- одноклеточные тонкостенные остроконусовидные волоски (рис. 11, 12, 13);
- двух-, трехклеточные волоски с коротким одно-, двухклеточным основанием и более длинной остроконусовидной конечной клеткой (рис. 11, 13);
- бичевидные волоски, имеющие короткое основание из 2-4 небольших клеток и длинную нитевидную конечную клетку, часто со спадающимися стенками (рис. 11, 14);
- многоклеточные (до 10 и более клеток) тонкостенные, гусеницевидные волоски, аналогичные описанным для листа (рис. 15);
- многоклеточные тонкостенные, очень длинные, перекручивающиеся волоски, с бурым содержимым (рис. 11, 12, 13).

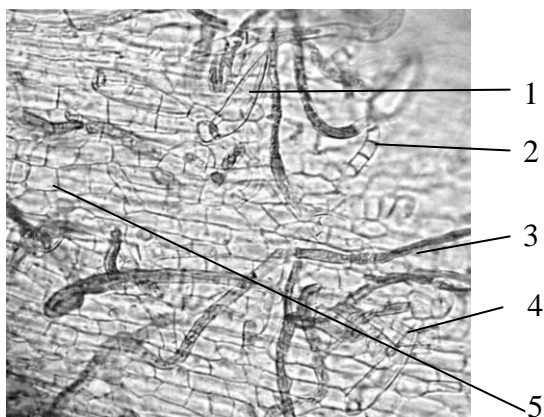


Рис. 11. Фрагмент верхнего эпидермиса листочка обертки (увел. х300)
1 – двухклеточный волосок с остроконусовидной конечной клеткой
2 – бичевидный волосок
3 – многоклеточный длинный тонкостенный волосок с бурым содержимым
4 – одноклеточный тонкостенный остроконусовидный волосок
5 – полигональные клетки

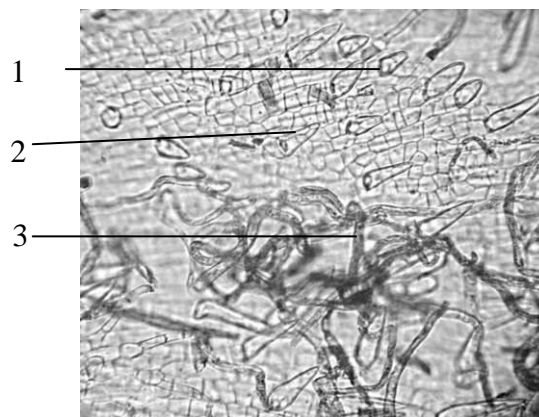


Рис. 12. Фрагмент верхнего эпидермиса листочка обертки (увел. х300)
1 – одноклеточный волосок с тупой верхушкой
2 – одноклеточный тонкостенный остроконусовидный волосок
3 – многоклеточный длинный тонкостенный волосок с бурым содержимым

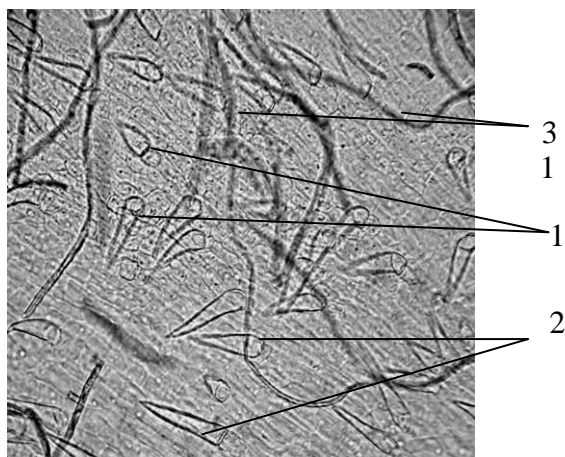


Рис. 13. Фрагмент нижнего эпидермиса листочка обертки (увел. х300)
 1 – двухклеточный волосок с остроконусовидной конечной клеткой
 2 – одноклеточный тонкостенный остроконусовидный волосок
 3 – многоклеточный длинный тонкостенный волосок с бурым содержимым

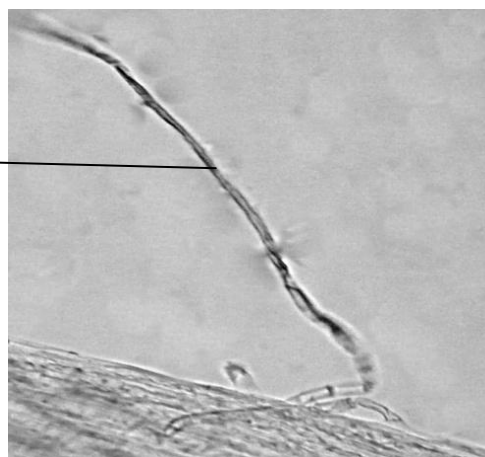


Рис. 14. Фрагмент нижнего эпидермиса листочка обертки (увел. х300)
 1 – бичевидный волосок

Вдоль края листочка в несколько рядов расположены одноклеточные конусовидные волоски. Здесь же встречаются двух-трехклеточные волоски с одно-двухклеточной короткой ножкой и остроконусовидной конечной клеткой. По краю листочка, а также вдоль жилок размещены бичевидные и гусеницевидные волоски. Многоклеточные нитевидные волоски с бурым содержимым встречаются на верхушке листочка, в его основании и вдоль края. На верхней стороне листочка обнаружены одноклеточные тонкостенные волоски с тупой верхушкой (рис. 12). На нижней стороне листочка встречаются толстостенные двухклеточные остроконусовидные волоски с бурым содержимым и бородавчатой кутикулой (рис. 16).

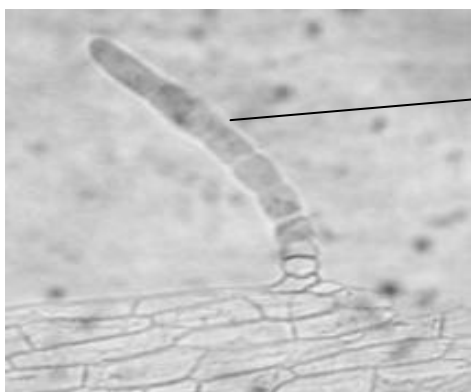


Рис. 15. Фрагмент верхнего эпидермиса листочка обертки (увел. х200)
 1 – многоклеточный гусеницевидный волосок

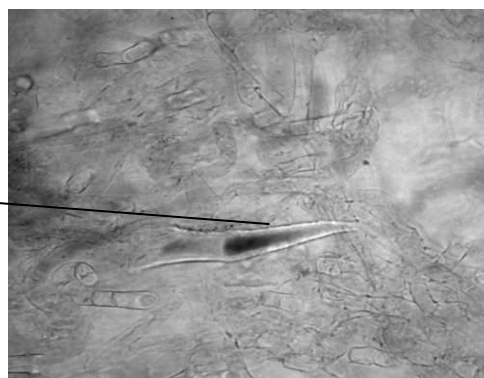


Рис. 16. Фрагмент нижнего эпидермиса листочка обертки (увел. х300)
 1 – двухклеточный толстостенный волосок с остроконусовидной верхушкой и бородавчатой кутикулой

Венчик. Клетки верхнего эпидермиса венчика в очертании почти прямоугольные. Четко выражена складчатость кутикулы, что создает видимость мелкозубренного контура клеток. Хорошо видны крупные шаровидные хромопласты (рис. 17). Оболочки клеток нижнего эпидермиса волнистые, с устьицами аномоцитного типа (рис. 18). По краю отгиба венчика, а также на верхушке имеются сосочковид-

ные выросты (рис. 19). На кончике лепестка по жилкам расположены многочисленные тонкостенные одноклеточные бахромчатые волоски (рис. 19). На обеих сторонах венчика обнаружены многоклеточные гусеницевидные волоски, аналогичные описанным для листа и листочков обертки. Изредка встречаются многоклеточные тонкостенные двурядные волоски (рис. 20).

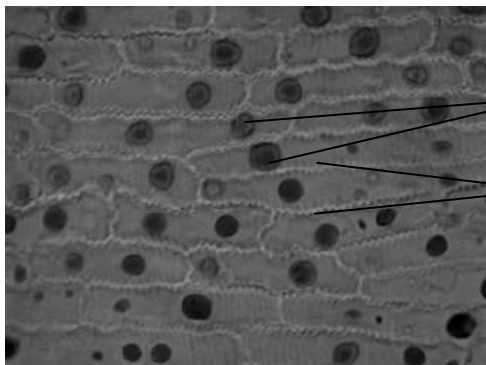


Рис. 17. Фрагмент верхнего эпидермиса венчика (увел. х600)

1 – хромопласты
2 – складчатость кутикулы

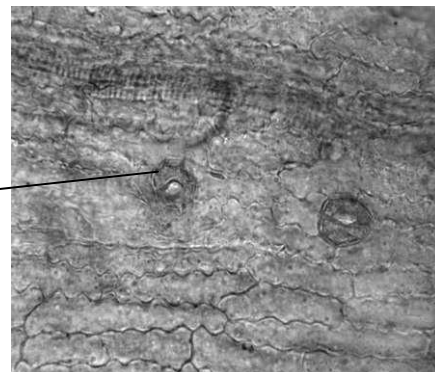


Рис. 18. Фрагмент нижнего эпидермиса венчика (увел. х600)

1 – устьице

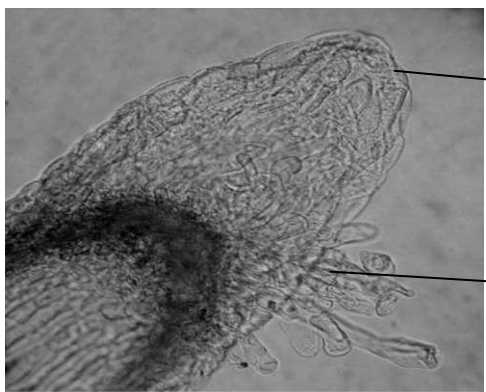


Рис. 19. Фрагмент верхнего эпидермиса отгиба венчика (увел. х300)

1 – сосочковидные выросты
2 – бахромчатые волоски

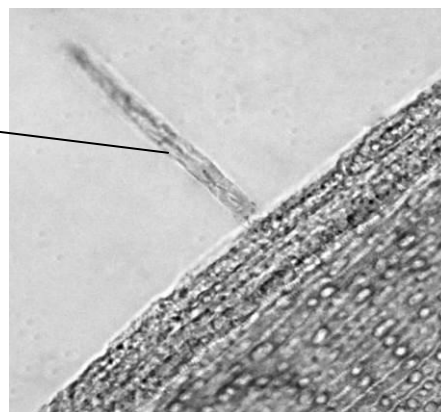


Рис. 20. Фрагмент верхнего эпидермиса венчика (увел. х600)

1 – многоклеточный тонкостенный двурядный волосок

Заключение

В ходе исследования установлены анатомические микродиагностические признаки травы козлобородника восточного. Данные, полученные в результате исследования, могут использоваться при определении подлинности сырья «Трава козлобородника восточного».

Список литературы

1. Государственная фармакопея СССР. – 11 изд. – М.: Медицина, 1987. – Вып. 1. – 277 с.
2. Дикорастущие полезные растения России / Под ред. А.Л. Буданцева, Е.Е. Лесиовской. – СПб., 2001. – С.130.
3. Камышев, Н.С. Флора Центрального Черноземья и ее анализ / Н.С. Камышев. – Воронеж, изд-во ВГУ, 1978. – 116 с.
4. Лекарственные растения. Иллюстрированный энциклопедический словарь / Под ред. В. Чухно, Н. Рожко. – М., Эксмо, 2007. – 768 с.



STUDY OF ANATOMY OF HERB TRAGOPOGON ORIENTALIS

V.N. Bubenchikova

Ya.S. Trembalya

S.A. Prokhorova

*Kursk State Medical University,
K. Marks str., 3, Kursk,
305041, Russia.*

e-mail: kaf.farmakognoz@kurskmed.com

In the article results of studying of microscopic anatomical attributes of a caulis, a leaf, a wrapper and a nimbus of herb *Tragopogon orientalis* L., received with the help of the microscope of «Biolamas æ-11 » with a numeral nozzle and handled in pictorial editor Adobe Photoshop 10.0 enunciated. The revealed microdiagnostic attributes can be used at conducting a microanalysis of herb *Tragopogon orientalis* L.

Key words: a herb *Tragopogon orientalis* L., a caulis, a leaf, a wrapper, a nimbus.



УДК 582.579.2:581.522.4(234.81)

РЕИНТРОДУКЦИЯ РЕДКИХ И СОКРАЩАЮЩИХ ЧИСЛЕННОСТЬ В БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ ВИДОВ *Iris* В БОТАНИЧЕСКОМ САДУ БЕЛГОРОДСКОГО ГОСУНИВЕРСИТЕТА

И.В. Шевченко
В.И. Чернявских
О.А. Сорокопудова

Белгородский государственный
национальный исследовательский
университет, г. Белгород,
ул. Победы, 85

e-mail: ostapenko_I@bsu.edu.ru,
sorokopudova@bsu.edu.ru

Статья посвящена первичной оценке успешности реинтродукции двух редких и сокращающих численность в Белгородской области видов ирисов – *Iris pumila* и *I. aphylla* - в естественные фитоценозы ботанического сада Белгородского государственного университета. Цветение и плодоношение растений при реинтродукции после их деления и пересадки начинается на четвертый год и позже; в засушливых условиях Белгорода оптимальными являются осенние сроки посадки растений.

Ключевые слова: *Iris*, реинтродукция, фитоценоз.

Введение

Природно-климатические и геологические особенности Белгородской области определяют ее уникальное биоразнообразие и высокий уровень хозяйственного освоения ее территории. Естественная зональная растительность Белгородской области – широколиственные леса и степи. Как и в других лесостепях Средней России, степи сохранились почти исключительно на крутых склонах балок, высоких берегах рек, недоступных для распашки и выпаса, на плакорах – лишь в условиях заповедного режима. Интрозональная растительность представлена болотами, суходольными и пойменными лугами, кальцефитной растительностью на меловых холмах и склонах коренных берегов рек и балок [2]. Из 1400 видов растений и 12000 видов животных, распространенных в Белгородской области, более 80 занесено в Красную книгу Российской Федерации, еще 500 их видов требуют действенной охраны на региональном уровне как редкие и исчезающие [3].

Виды рода *Iris* L. являются популярными красивоцветущими травянистыми поликарпическими растениям. На территории бывшего СССР 25 видов рода *Iris* имеют статус объектов охраны согласно республиканским, краевым и областным Красным книгам СССР, РСФСР [1]. Из произрастающих на территории Белгородской области видов ирисов – *I. aphylla* L. (и. безлистный), *I. pumila* L. (и. низкий), *I. pineticola* Клок. (и. боровой), *I. pseudacorus* L. (и. водяной) [2] – первые три вида включены в «Красную книгу Белгородской области», опубликованную в 2004 г., *I. pumila* включен в Красную книгу РСФСР, *I. aphylla* добавлен в 2008 г. в Красную книгу Российской Федерации [4, 5]. Возобновление и распространение этих видов сдерживается сокращением площади лесов, степных участков, раскорчевкой кустарников, выпасом скота, нерегулируемым сбором населением для декоративных целей (выкопка для садовых участков, сбор на букеты).

При существующей сети заповедных территорий не всегда можно выявить встречаемость редких видов на их территориях. Местонахождения многих редких видов часто рассеяны и незначительны по площади, и как бы хорошо не велась охрана в заповедниках, проблема сохранения редких и исчезающих видов на особо охраняемых природных территориях не всегда решается успешно.

Среди основных способов сохранения раритетных видов растений выделяют интродукцию и реинтродукцию. Проведение реинтродукционных работ необходимо для выполнения Международной конвенции сохранения биоразнообразия, принятой в Рио-де-Жанейро в 1992 г., и в рамках «Стратегии ботанических садов по охране рас-

тений» [6]. Необходимость реинтродукции видов растений особенно остро возникает в промышленно развитых регионах.

Цель данной работы – дать первичную оценку успешности реинтродукции краснокнижных видов *I. aphylla* и *I. pumila*. в различных экотопах ботанического сада Белгородского государственного университета (БелГУ).

Объекты и методы исследования

Виды *I. aphylla* и *I. pumila* культивируются в ботаническом саду БелГУ с 2003 г. *I. pumila* размножен семенным путем, *I. aphylla* – вегетативно. В Красной книге Белгородской области *I. aphylla* L. имеет категорию 2 статуса редкости (сокращающийся в численности Восточноевропейский вид), *I. pumila* – 3 (редкий Восточноевропейский вид) [5]. В 2008-2009 гг. проведена первичная оценка успешности реинтродукции этих видов, относящихся к подроду *Iris*, секции *Iris* по ботанической классификации Г.И. Родионенко [7-8].

Взрослые растения *I. aphylla* и *I. pumila* после их деления были высажены в три различных естественных фитоценоза (по 20 шт. в каждый), расположенные на территории ботанического сада. Растения высаживали в 2 срока: начале сентября 2007 г. и середине апреля 2008 г. Высадка проводилась вручную, на расстоянии 40 см друг от друга.

Условия Белгородской области отличаются умеренно-континентальным климатом со сравнительно холодной зимой и теплым летом. Замерзание почвы по среднегодовалым данным происходит 9-12 ноября, снеготаяние и оттаивание – 25-28 марта. Продолжительность периода со среднесуточной температурой воздуха выше 0 °С составляет 225-237 дней, вегетационного периода – от 148 до 153 дней. Среднегодовое количество осадков – около 467 мм, часты засухи в весенне-летнее время [9]. В 2008-2009 гг. во время активной вегетации в летние месяцы осадков было меньше в сравнении со среднегодовалыми данными (в 2008 г. – почти на 40 %, в 2009 г. – на 64 %), дополнительный полив реинтродуцированных растений не проводился.

Для оценки результатов реинтродукции использовали общепринятые геоботанические и биометрические методы исследований [10-11].

Результаты и их обсуждение

I. aphylla преимущественно произрастает в зарослях кустарников, по опушкам, на лесных полянах, на суглинистых или каменистых почвах. В Белгородской области *I. aphylla* изредка встречается в лиственных лесах, среди кустарников в Губкинском (Богословка, урочище Алпеевка; Лысые горы; Ямская степь), Новооскольском (балка Ханова), Шебекинском (Большое Городище, Бекарюковский бор) районах [5]. Листья этого вида к зиме полностью опадают, весной появляются позже цветоносов; отсюда и название вида – «безлистный». Цветки одиночные, почти сидячие, ярко фиолетовые. В условиях культуры *I. aphylla* цветет в мае, плодоносит в конце июня – начале июля. Высота цветоносных побегов в разные годы варьирует от 17 до 24 см.

I. pumila – степной и полупустынный вид. В Белгородской области *I. pumila* произрастает в степях, на открытых травянистых склонах, распространен в Вейделевском (Гнилое; близ Вейделевки – степь на меловом склоне), Ровеньском (Нагольное, Калужный яр) районах [5]. Цветки (от 1 до 3) фиолетовые, реже желтоватые (белые). Цветоносные побеги высотой от 6 до 9 см. В культуре *I. pumila* цветет в апреле – мае, семена созревают в июне. Размножаются *I. aphylla* и *I. pumila* семенами и вегетативно.

Растения *I. aphylla* и *I. pumila* высаживали на площадки различных естественных фитоценозов, отличающихся почвами и флористическими спектрами. Фитоценоз северо-восточного склона на черноземе остаточного карбонатного сильно эродированном на элювии мела (площадка 1), состоит из видов *Bromopsis inermis* (Leyss.) Holub, *Poa pratensis* L., *Coronilla varia* L., *Fragaria vesca* L., *Thalictrum minus* L., *Salvia verticillata* L., *Agrimonia eupatoria* L., *Chamaecytisus austriacus* (L.) Link, *Achillea millefo-*



lium L., *Leucanthemum vulgare* Lam., *Anemone sylvestris* L., *Clematis integrifolia* L., *Stachys annua* L., *Euphorbia waldsteinii* Waldst. et Kit., *Galium verum* L., *Hieracium pilosella* L. Наибольшим числом видов представлены семейства Asteraceae Dumort., Ranunculaceae Juss., Fabaceae Lindl., Lamiaceae Lindl., Poaceae Barnhart. и Rosaceae Juss.

Фитоценоз северо-восточного склона на черноземе выщелоченном средне эродированном на лессовидном суглинке (площадка 2), состоит из видов *Bromopsis inermis* (Leyss.) Holub, *Agrimonia eupatoria* L., *Polygala comosa* Schkuhr, *Plantago lanceolata* L., *Saponaria officinalis* L., *Centaurea jacea* L., *Salvia nemorosa* L., *Salvia pratensis* L., *Salvia verticillata* L., *Fragaria vesca* L., *Galium verum* L., *Stachys annua* L., *Euphorbia waldsteinii* Waldst. et Kit., *Lathyrus pratensis* L., *Coronilla varia* L., *Chamaecytisus austriacus* (L.) Link. Наибольшим числом видов представлены семейства Lamiaceae Lindl., Fabaceae Lindl. и Rosaceae Juss.

Фитоценоз юго-восточного склона на черноземе типичном сильно эродированном на третичном суглинке (площадка 3), состоит из видов *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth, *Genista tinctoria* L., *Fragaria vesca* L., *Polygala comosa* Schkuhr, *Agrimonia eupatoria* L., *Centaurea jacea* L., *Plantago media* L., *Plantago lanceolata* L., *Veronica teucrium* L. Наибольшим числом видов представлены семейства Plantaginaceae Juss. и Rosaceae Juss.

Осенью 2008-2009 и 2011 гг. были проведены учеты состояния растений *I. aphylla* и *I. pumila*, высаженных в естественные фитоценозы. В 2008 г. отмечены единичные выпадения растений, пересаженных осенью 2007 г. По результатам двух лет больше выпадений зафиксировано при весенней пересадке ирисов; особенно в засушливом 2009 г., к концу лета которого потери растений на некоторых площадках достигли 50 % и более. По результатам учета в начале лета 2011 г. число сохранившихся растений *I. pumila* в среднем на всех площадках превышало число растений *I. aphylla* более чем в полтора раза. Зафиксировано, что растения *I. aphylla*, высаженные весной на первой и третьей реинтродукционных площадках не сохранились, на второй площадке их осталось лишь 10 %. Наибольшая сохранность растений отмечена у *I. aphylla* в вариантах с посадкой осенью. На третьей реинтродукционной площадке она составила 100 %. У *I. pumila* число растений, посаженных в осенние сроки, в сравнении с 2009 г. не изменилось, среди высаженных в весенние сроки растений наблюдались незначительные выпадения (табл. 1).

Таблица 1

Результаты реинтродукции видов *I. aphylla* и *I. pumila* в различные фитоценозы (2008-2011 гг.)

№ площадки	Срок посадки	% сохранившихся растений по окончанию вегетации в разные годы					
		<i>I. aphylla</i>			<i>I. pumila</i>		
		2008	2009	2011	2008	2009	2011
1	Сентябрь 2007 г.	100	90	30	100	90	90
	Апрель 2008 г.	80	50	0	80	50	40
2	Сентябрь 2007 г.	100	100	90	100	90	90
	Апрель 2008 г.	90	30	10	80	50	50
3	Сентябрь 2007 г.	100	100	100	90	90	90
	Апрель 2008 г.	90	20	0	80	60	40
В среднем на всех площадках	Сентябрь 2007 г.	100,0	96,7	73,3	96,7	90,0	90,0
	Апрель 2008 г.	86,7	33,3	3,3	80,0	53,3	43,3

После деления и пересадки растений в последующие три вегетационных сезона в условиях реинтродукции цветение растений *I. aphylla* и *I. pumila* не наблюдалось. По результатам учетов числа побегов ирисов осенью 2009 г. у сохранившихся растений коэффициент размножения в среднем по площадкам с учетом сроков посадки растений был небольшим и составлял до 1,46, у отдельных растений достигал 3 (табл. 2). Не выявлено существенных различий по темпам вегетативного размножения в зависимости от выбранных мест реинтродукционных площадок.



Таблица 2

Средние показатели естественного вегетативного размножения ирисов при реинтродукции в различные фитоценозы (в сентябре 2009 г.)

Почва реинтродукционной площадки	Сроки посадки	Коэффициент размножения	
		<i>I. aphylla</i>	<i>I. pumila</i>
Чернозем остаточно-карбонатный сильно эродированный на элювии мела северо-восточного склона	Сентябрь 2007 г.	1,10 ± 0,07	1,04 ± 0,04
	Апрель 2008 г.	1,08 ± 0,15	1,20 ± 0,08
Чернозем выщелоченный средне эродированный на лессовидном суглинке северо-восточного склона	Сентябрь 2007 г.	1,20 ± 0,09	1,25 ± 0,09
	Апрель 2008 г.	1,04 ± 0,04	1,04 ± 0,04
Чернозем типичный сильно эродированный на третичном суглинке юго-восточного склона	Сентябрь 2007 г.	1,32 ± 0,08	1,46 ± 0,11
	Апрель 2008 г.	1,17 ± 0,07	1,30 ± 0,10
В среднем у видов		1,15 ± 0,08	1,22 ± 0,08

В 2011 г. было проведено сравнение параметров некоторых морфологических показателей побегов *I. aphylla* и *I. pumila* на реинтродукционных площадках и коллекционном интродукционном участке ирисов ботанического сада. Растения, высаженные осенью 2007 г., опережали растения, высаженные весной 2008 г., по величине листьев (длине и ширине), высоте укороченных побегов, числу листьев (рисунок). На площадке 2 (на черноземе выщелоченном средне эродированном на лессовидном суглинке) северо-восточного склона разница между показателями высоты побегов достигала более чем в два раза как у *I. aphylla*, так и у *I. pumila*. Такая же тенденция наблюдалась и по ширине листьев. Наиболее высокие и широкие листья у *I. aphylla* отмечены в коллекции ирисов. Невысокие параметры листьев на первой площадке северо-восточного склона можно объяснить их более поздним отрастанием. У побегов *I. pumila* на открытом месте интродукционного участка параметры листьев были меньше, чем на реинтродукционных площадках в растительных сообществах (см. рис.) , несмотря на то, что по числу метамеров в надземной части побегов (равным числу листьев) коллекционные растения превосходили опытных.

На четвертый вегетационный сезон в условиях реинтродукции отдельные растения обоих видов ирисов, пересаженные в осенние сроки, зацвели впервые. В культуре после деления и плановой пересадки аналогичные особи зацветают на 2-3 год. Ни у одного растения, пересаженного в весенние сроки, не наступил к настоящему времени генеративный период. У *I. pumila* зацвело лишь одно растение на первой площадке. Из трех цветков плод сформировался лишь у одного. В целом более продвинутыми в развитии были растения, пересаженные на северо-восточные склоны по сравнению со склоном юго-восточной экспозиции. У *I. aphylla* цветение наблюдалось у растений на второй и третьей реинтродукционных площадках. На одном цветоносном побеге развивалось по 1-2 цветка, плоды не сформировались. Не выявлено существенных различий по реинтродукционному потенциалу *I. aphylla* в изученных растительных сообществах при осенней пересадке. Относительно темпов роста и развития цветение и плодоношение растений при реинтродукции после их деления и пересадки начинается на четвертый год и позже.

Заключение

Прегенеративный период онтогенеза при реинтродукции *I. aphylla* и *I. pumila* в естественные фитоценозы длиннее, чем в условиях культуры, в среднем на 2 года при осенней пересадке растений, и более, чем на 2 года – при весенней пересадке. При реинтродукции растений в сообщества Белгородской области решающим фактором является режим увлажнения. В засушливых условиях предпочтительнее осенние сроки посадки растений в естественные местообитания и склоны северных экспозиций. Весенняя пересадка на фоне засушливого лета без дополнительного ухода за растениями – прежде всего полива – малоэффективна, возможна гибель растений.



Список литературы

1. Алексеева Н.Б. Род *Iris* L. (*Iridaceae*) в России // *Turczaninowia*. – 2008. – Т. 11, № 2. – Барнаул. – С. 5-68.
2. Еленевский А.Г., Радыгина В.И., Чаадаева Н.Н. Растения Белгородской области (конспект флоры). – М.: МПГУ, 2004. – 120 с.
3. Красная книга Белгородской области. Редкие и исчезающие растения, грибы, лишайники и животные. Официальное издание / Ред. А.В. Присный. – Белгород, 2004. – 532 с.
4. Красная книга РСФСР (растения) / Ботан. ин-т им. В.Л. Комарова АН СССР; Всесоюз. ботан. общ-во; Гл. упр. охотн. хоз-ва и заповедников при Совете Министров РСФСР. Гл. ред-колл.: В. Д. Голованов и др. Сост. А.А. Тахтаджян. – М.: Росагропромиздат, 1988. – 590 с.
5. Красная книга Российской Федерации (растения и грибы) / Министерство природных ресурсов и экологии РФ; Федеральная служба по надзору в сфере природопользования; РАН; РБО; МГУ им. М.В. Ломоносова; Гл. редколл.: Ю.П. Трутнев и др.; Сост. Р.В. Камелин и др. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008. – 855 с.
6. Стратегия ботанических садов по охране растений. М.: ВФОП, МСОП МСБСОР, 1994. – 62 с.
7. Родионенко Г.И., Дрягина И.В., Гатенбергер П.Ф. и др. / Под общ. ред. Г.И. Родионенко. – М.: Колос, 1981. – 156 с.
8. Родионенко Г.И. Ирисы. – Л.: Агропромиздат, Ленингр. отд-ние, 1988. – 159 с.
9. Агроклиматические ресурсы Белгородской области. Л.: Гидрометеоиздат, 1972. – 92 с.
10. Полевая геоботаника. Т. 2. / Под общ. ред. Е.М. Лавренко, А.А. Корчагина. – М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1960. – 499 с.
11. Плохинский Н.А. Биометрия. 2-е изд. – М.: Изд-во МГУ, 1970. – 367 с.

REINTRODUCTION OF SOME SPECIES OF *IRIS* L. IN THE BOTANICAL GARDEN OF BELGOROD STATE UNIVERSITY

I.V. Shevchenko
V.I. Chernyavskih
O.A. Sorokopudova

Belgorod National Research University, Belgorod Pobedy str., 85

e-mail: ostapenko_I@bsu.edu.ru, sorokopudova@bsu.edu.ru

Article is devoted to assessing of the success of the reintroduction of two species of irises (*Iris pumila* and *I. aphylla*) in the natural phytocenoses of the Botanical Garden. The plants were planted in spring and autumn periods. The flowering and fruiting of the plants at the reintroduction began in the fourth year or later after their reproduction by division and planting to new location. In the arid conditions the autumn planting dates are the best.

Key words: *Iris*, reintroduction, phytocenosis.

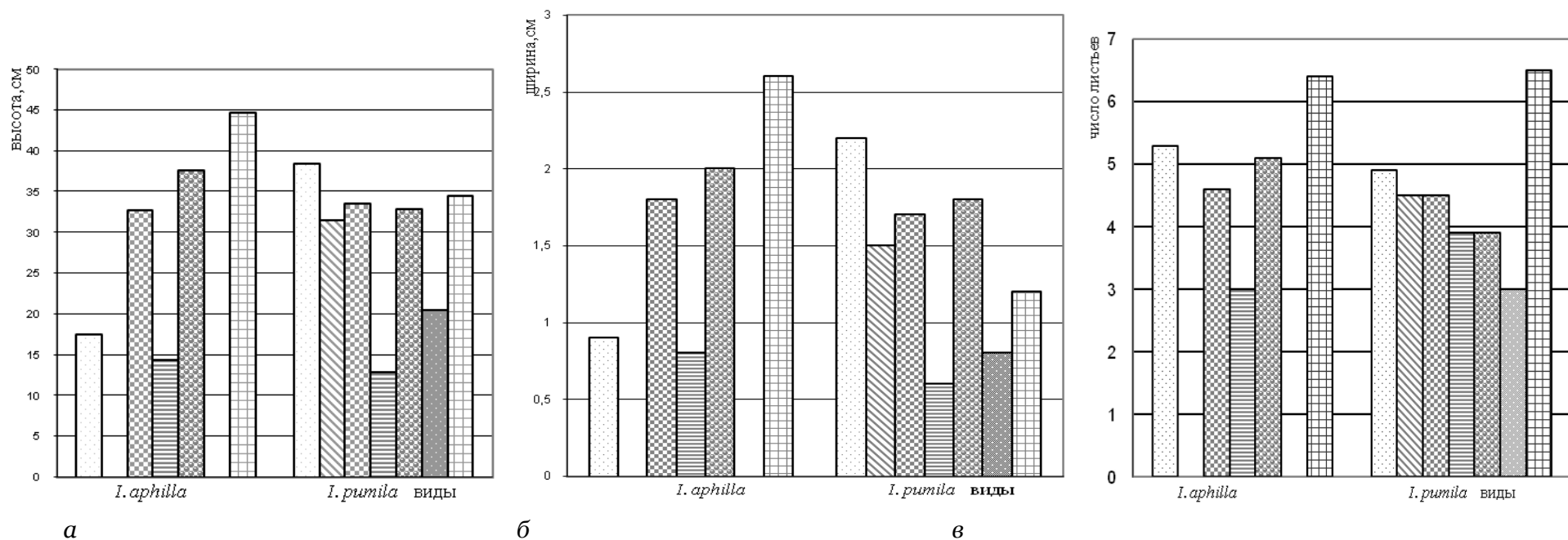


Рис. Некоторые морфологические показатели растений *I. arhilla* и *I. pumila* в различных фитоценозах:

а – высота растений, б – ширина листьев, в – число листьев.

Обозначения: – площадка 1, посадка осенью, – площадка 2, посадка весной, – площадка 2, посадка осенью, – площадка 2, посадка весной, – площадка 3, посадка осенью, – площадка 3, посадка весной, – коллекция ирисов.



УДК 635.9:582.579.2

ИЗУЧЕНИЕ ПРИРОСТА КЛУБНЕЛУКОВИЦ И ДРУГИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВЕГЕТАТИВНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ СОРТОВ ГЛАДИОЛУСА

О.Б. Кузичев

Мичуринский государственный аграрный университет, 393760, Тамбовская область, г. Мичуринск, ул. Интернациональная, д. 101
e-mail - info@mgau.ru

Прирост клубнелуковиц – важный показатель, который отражает возможности сорта в кратчайшие сроки получать крупный и качественный посадочный материал. Было рассчитано отношение диаметра донца к диаметру клубнелуковицы (в процентах) – главный индикатор старения посадочного материала. По различным биометрическим показателям составлены математические модели клубнелуковиц различных сортов гладиолуса

Ключевые слова: гладиолус, сорт, прирост, клубнелуковица, диаметр.

Введение

Гладиолусу принадлежит видное место среди срезочных цветочных культур как в России, так и за ее пределами. Большую славу себе гладиолус снискал благодаря своим красивым соцветиям, совмещающим в себе грациозность и прочность. Цветовая гамма известных в настоящее время сортов, а их более 10000, чрезвычайно разнообразна, причем многие сорта имеют цветки с двух-трехцветной окраской, а количество оттенков может измеряться десятками.

Гладиолус размножают семенами (в селекционных целях) и вегетативно (для получения в кратчайшие сроки большого количества сортового посадочного материала) – клубнелуковицами и клубнепочками (детками). Последний способ вегетативного возобновления особенно хорош для получения молодого оздоровленного посадочного материала гладиолуса.

Одним из главнейших показателей продуктивности роста и размножения гладиолуса является прирост клубнелуковиц, который отражает возможности сорта в кратчайшие сроки получать крупный и качественный посадочный материал.

Целью наших исследований было вычисление среднего прироста клубнелуковиц за период вегетации и изучение других важнейших показателей вегетативной продуктивности сортов гладиолуса.

Материалы и методика

Исследования проводились в 2007 г. в отделе декоративного садоводства ВНИИС им. И. В. Мичурина на опытном участке селекции, сортоизучения и интродукции гладиолуса. В изучении находилось 7 сортов гладиолуса: Балет на Леду, Золотой Улей, Каштанка, Лаура, Розовое Кружево, Рубиновый Колос и Спартан, из них 2 сорта (Лаура и Рубиновый Колос) выведены во ВНИИС им. И. В. Мичурина. На опытной делянке нами высаживалось по 10 клубнелуковиц трех разборов: I (диаметром более 3,2 см), II (2,5-3,19 см) и III (1,4-2,49 см) в трех повторениях.

Изучение показателей роста проводилось по методике первичного сортоизучения гладиолуса гибридного, разработанной во ВНИИР им. Н. И. Вавилова в 1972 году.

Нами были изучены такие показатели, как общая масса клубнелуковиц (масса материнской + масса дочерней (m_1)), масса дочерней (молодой) клубнелуковицы (m_2), отношение m_2/m_1 (в процентах), которое говорит о приросте массы клубнелуковицы, диаметры материнской ($d_{\text{мат.}}$) и дочерней ($d_{\text{кл.}}$) клубнелуковиц, приросты размеров этих вегетативных органов (в сантиметрах и процентах), высота (h) и пропорции клубнелуковиц (d/h), диаметр донца ($d_{\text{донца}}$) и его отношение к диаметру клубнелуковицы ($d_{\text{донца}}/d_{\text{кл.}}$, в процентах).



Результаты

Результаты исследований представлены в табл. 1 и 2. Анализируя данные таблицы 1, можно сказать, что наибольшей массой обладали клубнелуковицы сорта Розовое Кружево, существенно меньше – у сортов Рубиновый Колос (по II и III разбору) и Каштанка (по III разбору). Различия по массе молодых клубнелуковиц между разборами у всех сортов (кроме сорта Каштанка) существенны.

Таблица 1

Показатели вегетативной продуктивности клубнелуковиц сортов гладиолуса

Сорт	Разбор клубнелуковиц	m ₁	m ₂	m ₂ /m ₁ , %	d _{мат.}	d _{кл.}	Прирост клубнелуковиц		h, см	d/h	d _{донца} , см	d _{донца} /d _{кл.} , %
							d _{кл.} - d _{мат.} , см	%				
Розовое Кружево	I	23,33	15,67	67,37	2,87	3,78	0,92	32,09	1,8	2,1	1,23	32,88
	II	20,67	15	72,78	1,97	2,67	0,7	35,67	1,67	1,61	0,8	30,16
	III	17,67	11	62,2	1,37	1,8	0,43	33,25	1,23	1,46	0,48	26,96
НСР ₀₅			2,39	5,25	-	-	-	30,38	-	0,31	-	8,31
Спартан	I	22,33	16,33	73,05	2,23	3,5	1,27	57,78	2,03	1,72	0,97	27,63
	II	16,67	10,0	60,12	2,12	2,73	0,62	32,75	1,73	1,58	0,73	26,97
	III	14,67	8,0	58,09	1,5	1,93	0,43	36,32	1,47	1,32	0,43	22,36
НСР ₀₅			3,89	20,88	-	-	-	86,2	-	0,2	-	6,71
Рубиновый Колос	I	20	14,67	73,38	2,83	3,67	0,83	29,83	2,1	1,74	1,02	28,0
	II	14	8,33	60,98	2,2	2,7	0,5	22,69	1,77	1,65	0,7	25,86
	III	13	7	53,91	1,37	1,97	0,6	49,91	1,4	1,40	0,46	24,03
НСР ₀₅			3,34	11,45	-	-	-	41,81	-	0,16	-	7,61
Балет на Льду	I	20,7	15,0	73,54	2,3	3,43	1,17	46,57	1,7	2,01	0,65	18,99
	II	17,33	11,33	70,34	1,9	2,9	0,97	41,43	1,5	1,88	0,6	20,28
	III	16,0	7,67	49,99	1,53	2,03	0,57	34,8	1,37	1,54	0,5	23,2
НСР ₀₅			5,64	32,71	-	-	-	30,58	-	0,34	-	6,69
Каштанка	I	23,3	11,0	75,69	2,93	3,5	0,73	14,14	2,0	1,74	0,83	26,08
	II	16,67	9,33	55,79	2,28	2,77	0,48	21,58	1,72	1,62	0,65	23,65
	III	14	7	51,69	1,93	2,33	0,4	21,04	1,37	1,71	0,68	29,29
НСР ₀₅			5,53	32,46	-	-	-	13,79	-	0,29	-	7,12
Золотой Улей	I	21,67	14,33	66,2	2,57	3,6	1,03	40,24	2,37	1,52	0,77	21,48
	II	18,33	14,33	78,56	1,7	2,73	1,03	62,33	1,83	1,49	0,73	26,92
	III	12,67	8,67	68,65	1,77	2,27	0,5	30	1,47	1,55	0,65	28,67
НСР ₀₅			3,03	15,16	-	-	-	45,02	-	0,2	-	3,86
Лаура	I	20	15	74,97	2,53	3,3	0,77	30,97	1,83	1,8	0,63	19,23
	II	17	10,67	62,85	1,73	2,73	1	64,77	1,67	1,64	0,6	22,04
	III	10,33	7	67,57	1,83	2,13	0,3	16,36	1,33	1,6	0,57	26,99
НСР ₀₅			1,2	11,82	-	-	-	59,2	-	0,23	-	7,61
НСР ₀₅ (между сортами отдельно по разбо-рам)	I	4,82	4,09	20,97	-	0,61	-	22,29	0,19	0,22	0,12	6,45
	II	5,47	4,25	23,21	-	0,34	-	33,3	0,18	0,22	0,22	6,34
	III	4,88	2,01	21,3	-	0,21	-	43,32	0,14	0,16	0,21	7,24

Прирост массы клубнелуковиц не обнаруживает достоверных различий среди изученных сортов. В целом больше всего увеличилась масса клубнелуковиц у сортов Золотой Улей (до 78,56% по II разбору), Лаура и Розовое Кружево. По данному показателю отмечены существенные различия по сортам Розовое Кружево, Рубиновый Колос и Лаура при сравнении клубнелуковиц разных разборов, причем у первого сорта средние клубнелуковицы дали небольшой прирост биомассы.

Максимальный диаметр клубнелуковиц I разбора отмечен у сорта Розовое Кружево (3,78 см). Однако данный сорт имеет самые мелкие клубнелуковицы II и III разборов (2,67 и 1,8 см соответственно). Такой «разбег» в размерах нейтрализуется большими значениями прироста клубнелуковиц у данного сорта. Однако наибольшие значения прироста размеров клубнелуковиц отмечены по II разбору у сортов Лаура (64,77%) и Золотой Улей (62,33%), по I разбору – у сортов Спартан (57,78%) и Балет на Льду (46,57%). Существенно «медленнее растут» клубнелуковицы сорта Каштанка (прирост составил 14,14-21,58%). Надо сказать, что небольшой прирост не является недостатком. Клубнелуковицы сортов, обладающих данным свойством,



дольше используются и не выбраковываются продолжительное время из-за старения, чего не скажешь о сортах с высоким приростом клубнелуковиц. Тем не менее у последних есть преимущество в том, что они быстро возобновляются за счет детки. Например, у сортов Розовое Кружево, Спартан и Лаура хороший коэффициент вегетативного размножения.

Наибольшая высота клубнелуковиц отмечена по I разбору у сорта Золотой Улей – 2,37, существенно меньше – у сортов Розовое Кружево и Балет на Льду (см. табл.). По показателю отношения диаметра к высоте клубнелуковицы (d/h) можно отметить, что наиболее существенные различия наблюдаются между сортами Розовое Кружево (2,1) и Золотой Улей (1,52) (по I разбору). По данному признаку сорта можно подразделить (условно) на три группы:

1. Сорта с «высокими» клубнелуковицами (отношение d/h составляет 1,52 – сорт Золотой Улей).

2. Сорта с «обычными» клубнелуковицами ($d/h = 1,72-1,8$ – сорта Спартан, Каштанка, Рубиновый Колос, Лаура)

3. Сорта с «плоскими» клубнелуковицами ($d/h = 2,01-2,1$ – сорта Балет на Льду и Розовое Кружево).

Таблица 2

Показатели вегетативной продуктивности клубнепочек сортов гладиолуса

Сорт	Разбор клубнелуковиц	Коэффициент размножения	Максимальный диаметр детки, см	Количество клубнепочек диаметром более 5 мм	
				шт	%
Розовое Кружево	1	13,67	0,6	9	64,44
	2	9,33	0,63	5,33	56,93
	3	3,33	0,53	1,33	41,11
НСР ₀₅		12,39	-	-	17,84
Спартан	1	12,67	0,63	8,67	67,18
	2	7,33	0,62	3,33	49,05
	3	4,67	0,67	2	36,08
НСР ₀₅		6,6	-	-	20,61
Рубиновый Колос	1	8	0,77	5,33	66,67
	2	4,33	0,65	2,33	53,33
	3	3	0,53	1,33	44,44
НСР ₀₅		2,93	-	-	28,09
Балет на Льду	1	7,67	0,77	4,33	56,11
	2	4	0,63	2	64,29
	3	4	0,5	2,33	57,94
НСР ₀₅		4,04	-	-	61,66
Каштанка	1	5,3	0,7	3,33	71,85
	2	5	0,77	2,67	50,16
	3	3	0,67	1,33	47,22
НСР ₀₅		4,51	-	-	55,18
Золотой Улей	1	6,67	0,9	5,33	77,74
	2	4,67	0,7	2,67	60
	3	4	0,6	2,67	74,44
НСР ₀₅		3,67	-	-	86,62
Лаура	1	11,67	0,73	6	50,77
	2	7,33	0,67	4,33	58,99
	3	4,67	0,57	2,33	50
НСР ₀₅		4,0	-	-	22,3
НСР ₀₅ (между сортами, отдельно по разборам)	I	7,75	0,15	-	18,27
	II	3,41	0,17	-	25,19
	III	2,69	0,13	-	43,01

Примечание: прочерк в данной таблице, а также в нижеследующей таблице 2, означает то, что значение НСР₀₅ в конкретном случае не рассчитывалось.

По II разбору 1 группе соответствует значение – 1,49, 2 группе – 1,58-1,65, 3 группе – 1,88. По III разбору значения можно распределить так: 1 группа – 1,32-1,46, 2 группа – 1,54-1,6, 3 группа – 1,71. Интересен тот факт, что клубнелуковицы сорта Розовое Кружево, постепенно вырастая, переходят из первой во вторую и затем в третью группу. Это еще одно доказательство быстрых «возрастных» переходов у данного сорта. Также весьма существенна разница между разборами по показателю отношения d/h у сортов Спартан, Рубиновый Колос и Балет на Льду. Сорта Лаура, Золотой Улей и Каштанка растут, увеличивая размеры своих клубнелуковиц в относительном постоянстве пропорций диаметра и высоты.

Кроме вышеперечисленных признаков, о степени старения клубнелуковиц может говорить такой показатель, как диаметр донца, а в особенности - отношение диаметра донца к диаметру клубнелуковицы (выраженное в процентах). Последний показатель особенно высок по крупным клубнелуковицам сорта Розовое Кружево (32,88% по I разбору - см. табл. 1). Известно, что широкие приплюснутые клубнелуковицы с большим донцем (у приведенного выше сорта оно по I разбору достигло 1,23 см), как правило, поддаются выбраковке, так как быстрее стареют. Показатель отношения диаметра клубнелуковицы к ее высоте («приплюснутость») также имеет наибольшее значение у сорта Розовое Кружево ($d/h = 2,1$ по первому разбору). Обобщая вышесказанное, можно сказать, что клубнелуковицы сорта Розовое Кружево, давая хороший прирост, достаточно быстро достигают размеров I разбора и экстры (в диаметре 3,2 и 4,5 см соответственно), образуя большое донце, что снижает период их эксплуатации. Однако данное качество имеет и несомненную коммерческую пользу, поскольку высокий прирост позволяет в более короткий срок получить крупные товарные клубнелуковицы.

По различным биометрическим показателям нами составлены математические модели клубнелуковиц различных сортов гладиолуса (см. рис.).

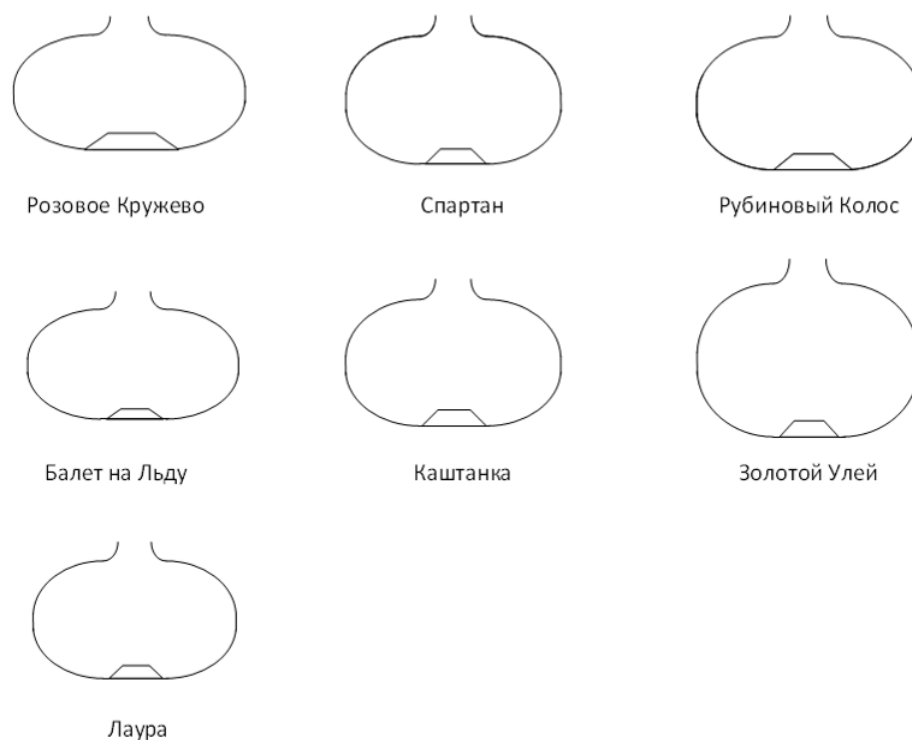


Рис. Математические модели клубнелуковиц различных сортов гладиолуса

На рисунке видны сорта, имеющие «высокие» (Золотой Улей), «обычные» (Спартан, Каштанка, Рубиновый Колос, Лаура) и «плоские» клубнелуковицы (Розовое Кружево и Балет на Льду). У сорта Балет на Льду с ростом клубнелуковицы раз-



мер донца растет незначительно, поэтому продолжительность эксплуатации клубнелуковиц у него выше, чем у сорта Розовое Кружево.

Также нами были изучены показатели вегетативной продуктивности клубнелуковичек сортов (таблица 2). Максимальный коэффициент размножения (количество клубнелуковичек в расчете на одну молодую клубнелуковицу) наблюдался по I разбору клубнелуковиц у сорта Розовое Кружево – 13,67. У всех сортов наибольший коэффициент размножения отмечен также по I разбору. Более крупная детка у сорта Золотой Улей (до 0,9 см в диаметре). У данного сорта также выше процент крупной детки в общем количестве клубнелуковичек (более 70 % по I и III разборам).

Выводы

1. Наибольший прирост массы клубнелуковиц отмечен у сортов Золотой Улей, Лаура и Розовое Кружево, а высокими значениями прироста диаметра этих вегетативных образований характеризуются следующие культивары: Лаура, Золотой Улей, Спартан и Балет на Льду.

2. По показателю отношения диаметра к высоте клубнелуковицы (d/h) сорта гладиолусов можно подразделить (условно) на три группы: сорта с «высокими», «обычными» и «плоскими» клубнелуковицами. «Плоские» клубнелуковицы, как правило, раньше подвергаются выбраковке, особенно если быстро увеличивается размер донца и его процентное отношение к диаметру клубнелуковицы.

3. Наибольший коэффициент размножения наблюдался по I разбору клубнелуковиц у сорта Розовое Кружево, а более крупная детка и наибольшая ее доля в общем количестве детки отмечена у сорта Золотой Улей. Так, например, у данного сорта в процессе изучения обнаружена детка диаметром до 0,9 см, а процент детки крупнее 0,5 см составляет по I разбору клубнелуковиц 77,74%.

Список литературы

1. Громов А. Н. Гладиолусы. – М.: Россельхозиздат, 1981. – 192 с.
2. Кузичева О. А., Кузичев Б. А., Кузичев О. Б. Гладиолусы. – М.: ЗАО Фитон+, 2002.
3. Тамберг Т. Г. Методика первичного сортоизучения гладиолуса гибридного. – Л.: 1972. – 36 с.

STUDYING OF A GAIN OF CORMS AND OTHER PARAMETERS OF VEGETATIVE EFFICIENCY OF A GLADIOLUS CULTIVARS

O.B. Kuzichev

Michurinsk State Agricultural University, 393760, Tambov region, Michurinsk, Internatsionalnaya str., 101

e-mail – info@mgau.ru.

Gain of corms - the important parameter which reflects opportunities of a grade in the shortest terms to receive a large and qualitative planting material. The relation of corm bottom diameter by the diameter of corms (in percentage) - the main indicator of ageing of a planting material has been calculated. On various biometric parameters mathematical models of corms various grades of a gladiolus are made.

Key words: gladiolus, cultivar, gain, corm, diameter anatomy.

УДК 579.81:633.31(571.56 – 191.2)

СИМБИОТИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ КЛУБЕНЬКОВЫХ БАКТЕРИЙ СОРТОВ И СЕЛЕКЦИОННЫХ ЛИНИЙ ЛЮЦЕРНЫ В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЯКУТИИ

Л.Г. Атласова*Институт биологических проблем криолитозоны, 677980, г. Якутск, пр. Ленина 41**e-mail: mila_atlasova@mail.ru*

В статье рассмотрены вопросы формирования азотфиксирующих бактерий. Представлена количественная оценка симбиотического азота в агробиоценозах сортов селекционных линий люцерны в Центральной Якутии.

Ключевые слова: сорта, селекционные линии, люцерна, корневая система, азотфиксирующие линии, леггемоглобин, минеральные удобрения.

Введение

В биосферном масштабе фиксация молекулярного азота микроорганизмами является общепланетарным процессом, обеспечивающим питание растений связанным азотом и поддержание его почвенных запасов (Садыков, 1989). Биологический азот непосредственно используется растением или, находясь в органической форме, используется впоследствии и служит источником пополнения гумуса (Мишустин, Черпаков, 1981). Поэтому биологический азот можно считать практически даром природы по сравнению с азотом минеральных удобрений.

Повышение плодородия почвы – одна из важнейших задач современной агрономической науки. В решении этой проблемы ведущая роль принадлежит биологическим факторам, в том числе фиксации атмосферного азота бобовыми культурами, в частности люцерной. Изучение биологической азотфиксации является одной из приоритетных задач сельскохозяйственной науки. Это связано с возможностью сокращения объемов применения минерального азота в технологии выращивания полевых культур, экологической безопасностью, снижением энергетических затрат на производство продукции.

Несмотря на значительные успехи ученых республики, достигнутые в исследованиях по рассматриваемой проблеме, практическое использование биологического азота остается пока на низком уровне. Это связано с недостаточной изученностью биологической азотфиксации в условиях криолитозоны. Нет данных о динамике формирования клубеньков-азотофиксаторов по возрастным (онтогенетическим) состояниям люцерны. Все это делает актуальными наши исследования по изучению аспектов популяционно-онтогенетической жизни, активность симбиотической деятельности клубеньковых бактерий на корневой системе.

Цель настоящего исследования – изучить активность симбиотической деятельности клубеньковых бактерий на корневой системе местных сортов и линий люцерны в условиях Центральной Якутии.

Задачи исследований:

1. Изучить динамику формирования клубеньков-азотофиксаторов по возрастным (онтогенетическим) состояниям растений люцерны.
2. Оценка симбиотического потенциала в определенный этап онтогенеза растений люцерны
3. Изучение накопления симбиотического азота в ходе онтогенеза растений люцерны.

Материалы и методика

Объектами исследований являются растения люцерны местных сортов и селекционных линий молодого генеративного возрастного состояния. Молодые генера-



тивные растения имеют небольшую партикулу диаметром 10 – 15 см. Побеги в основном генеративные, высотой 50 – 60 см. На материнском корневище отсутствуют мертвые участки. Растения возобновляются за счет пазушных почек материнского корневища и базальных частей отмерших побегов, а также придаточных почек на хорошо развитом каудексе. У появляющихся побегов есть подземная плагиотропная часть, за счет которой образуются новые корневища. Корневая система придаточная, выделяется мощно развитый вторично-стержневой корень. Условный возраст 3-5 лет [2].

Отбор клубеньков азотфиксирующих бактерий на корневой системе люцерны, подсчет количества клубеньков и оценку симбиотической деятельности проводили по методике П. П. Вавилова и Г.С. Посыпанова.

Результаты

В течение вегетационного периода, в фазу цветения растений люцерны нами проводился учеты формирования и количественного накопления азотфиксирующих клубеньков, подсчитывалось общее количество клубеньков и клубеньков с розовой окраской (см. табл.). Число азотфиксирующих клубеньков на корнях определяли методом подсчета, на растениях выкопанных с комом почвы 20×20×30 см с последующим отмыванием корней на сите 0,25 и отделением клубеньков. На корневой системе растений люцерны были обнаружены белые и розовые клубеньки диаметром 2,0 – 2,5 на глубине пахотного слоя.

Таблица

Количество и масса клубеньков на корневой системе люцерны местных сортов и линий в слое почвы 0 – 20 см

Сорта, линии	варианты	Кол-во шт/раст.		Кол-во млн шт/га		Масса кг-га		Масса сухих корней, кг/га
		всего	Активных	всего	Активных	всего	Активных	
Якутская желтая	б/у	137	100	8,22	6,00	4,94	3,57	960
	N ₆₀ P ₈₀ K ₈₀	Многочисленные, мелкие, белые						3240
Сюлинская	б/у	142	125	8,52	7,50	5,12	4,46	660
	N ₆₀ P ₈₀ K ₈₀	Многочисленные, мелкие белые						2910
Маганская линия	б/у	109	49	6,54	2,94	3,9	1,75	1092
	N ₆₀ P ₈₀ K ₈₀	69	34	4,14	2,04	2,49	1,21	1548
Олекминская линия	б/у	181	164	10,86	9,84	6,53	5,86	2400
	N ₆₀ P ₈₀ K ₈₀	76	68	4,56	4,08	2,74	2,43	1020

По результатам исследований П. П. Вавилова и Г. С. Посыпанова установлено, что наличие леггемоглобина в клубеньках – признак активности симбиоза. Чем больше масса клубеньков с леггемоглобином, тем больше азота воздуха усваивает растение, чем больше клубеньков с розовой и красной окраской, тем активнее он фиксирует азот атмосферы [1].

Нашими наблюдениями установлено, что крупные, розовые (активная раса) клубеньки располагаются на главном корне или около него. Многочисленные, мелкие клубеньки рассредоточены по корневой системе, не имеют окраски и относятся к неактивной группе. В фазе бутонизации и цветения люцерны происходит ускорение процессов формирования клубеньков с розовой окраской. Затем эти процессы затухают. Симбиотическая фиксация азота – аэробный процесс. Кислород связывается леггемоглобином и используется в процессе окисления углеводов с высвобождением энергии для фиксации азота. На 1 мл фиксированного азота воздуха потребляется 3 мл кислорода [1].

Выявлено, что наибольшее количество клубеньков с леггемоглобином на корнях люцерны находится в пахотном слое 0 – 10 см. Исходя, из выше сказанного предполагаем, что это связано с уменьшением доступа кислорода к корням растений. Проведенные наблюдения и учеты свидетельствуют, что в возрасте молодого ге-

неративного состояния люцерны процесс формирования активных клубеньков ускоряется в фазу цветения растений. Наибольшее количество розовых (активная раса) клубеньков сформировалось на корневой системе Олекминской линии 10.86 млн. шт/га, в том числе розовых «активной расы» 9.84 млн. шт/га в варианте без удобрений (рис.).



Рис. Корневая система селекционной линии люцерны с азотфиксирующими клубеньками (вариант без удобрений)

А на корневой системе люцерны сортов «Якутская желтая» и «Сюлинская» и маганской селекционной линии их было на 25 % меньше.

Самые мелкие клубеньки сформировались на корневой системе люцерны сортов «Якутская желтая» и «Сюлинская» в вариантах при внесении минеральных удобрений в дозе $N_{60}P_{80}K_{80}$. Мощная масса сухих корней образовалась у растений люцерны сорта Якутская желтая.

Однако количество фиксированного азота зависит не только от массы клубеньков с леггемоглобином, но и от продолжительности работы этой массы. Чем дольше клубеньки фиксируют азот, тем больше его будет усвоено. П. П. Вавиловым и Г.С. Посыпановым введено понятие «симбиотический потенциал» (общий и активный), который выражается в килограммах клубеньковой ткани на 1 га, помноженной на продолжительность ее в днях. Общий симбиотический потенциал (ОСП) показывает всю массу клубеньков и продолжительность всего периода их жизни, а активный симбиотический потенциал (АСП) – только массу клубеньков с леггемоглобином и продолжительность их работы. Удельной активностью симбиоза (УАС) авторы называют интенсивность азотфиксации, или количество азота воздуха, усвоенного 1 кг активных клубеньков в сутки [1].

Исследования интенсивности процесса фиксации азота атмосферы за счет симбиотической деятельности клубеньковых бактерий показали, что наибольшей



удельной активностью симбиоза обладает Олекминская селекционная линия., наименьшие показатели у Маганской селекционной линии.

Общее количество накопленного азота зависит от продолжительности периода активной жизнедеятельности клубеньков. Максимальное количество азота атмосферы (6,53 кг/га) усвоено клубеньками растений люцерны Олекминской селекционной линии.

Заключение

Проведенные исследования показали, что на корневой системе растений люцерны Олекминской селекционной линии сформировалось большее количество клубеньков-азотфиксаторов, чем на корневой системе сортов люцерны «Якутская желтая», «Сюлинская» и Маганской селекционной линии.

Растения этой селекционной линии обладают наибольшим активным симбиотическим потенциалом и у них интенсивнее проходят процессы фиксации азота атмосферы.

Установлено, что внесение минеральных удобрений в дозе $N_{60}P_{80}K_{80}$ способствовало накоплению сухой корневой массы сортов люцерны «Якутская желтая» и «Сюлинская».

Список литературы

1. Вавилов П.П., Посыпанов Г.С. Бобовые культуры и проблема растительного белка. – М.: Россельхозиздат, 1983. – 256 с.
2. Жукова Л.А. Популяционная жизнь луговых растений. – Йошкар-Ола: РИИК «Ланар», 1995. – 224 с.
3. Мишустин Е.Н., Черпаков Н. И. Биологический азот в сельском хозяйстве СССР //С-х. биология, 1981. Т. 16. №3. – С. 349 – 358.
4. Садыков Б.Ф. Биологическая азотфиксация в агроценозах /БНЦ УрО АН СССР. Уфа, 1989. – 109 с.

SYMBIOTIC ACTIVITY OF ROOT NODULE BACTERIA OF ALFALFA VARIETIES AND BREEDING LINES UNDER CONDITIONS OF CENTRAL YAKUTIA

L.G. Atlasova

*Institute for Biological Problems
of Cryolithozone SB RAS, 41
Lenin Ave., Yakutsk 677980*

E-mail: mila_atlasova@mail.ru

The article deals with formation of nitrogen-fixing bacteria and represents the quantitative estimation of symbiotic nitrogen in agrobiocoenoses of varieties and breeding lines of alfalfa in Central Yakutia.

Key words: varieties, breeding lines, alfalfa, root system, nitrogen-fixing nodules, leghemoglobin, mineral fertilizers

УДК 633.28:581.4

ФОРМИРОВАНИЕ КУСТА *PSATHYROSTACHYS CAESPITOSA* (SUKACZEV) РЕСЧКОВА В ПЕРВЫЕ ГОДЫ ЖИЗНИ В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЯКУТИИ

А.А. Скобелева

Институт биологических
проблем криолитозоны
СО РАН,
677980, г. Якутск, пр. Ленина, 41
e-mail: scanak@mail.ru

Изложены результаты исследований по изучению процессов побегообразования и формирования куста ломкоколосника дернистого в онтогенезе. Установлена закономерность формирования простого и сложного куста в зависимости от роста и развития листьев главного побега особи.

Ключевые слова: морфогенез, побегообразование, этапы органогенеза, морфоструктура, онтогенез.

Одним из многообещающих направлений в современной морфологии является изучение макроморфологической структуры растительного организма и его развития как единого целого во взаимосвязи всех составляющих его частей (Серебрякова, 1971; Бологова, 1989).

В данной работе рассмотрены закономерности побегообразования растений *Psathyrostachys caespitosa* начиная с прорастания зерновки до полного формирования дерновины. Ломкоколосник дернистый (*Psathyrostachys caespitosa* (Sukaczew) Reschko) приурочен к степным областям Северной Евразии. В Якутии это один из активных стенобионтных степных злаков, доминирующих в составе фитоценозов склонов коренных берегов крупных и средних рек [1]. Пастбищный злак ломкоколосник отличается устойчивостью к стрессовым факторам среды (зимо- и засухоустойчивостью, солевыносливостью) при высокой кормовой ценности и отавности [2].

В литературе имеются данные относительно органогенеза побегов в условиях Забайкалья [3]. Вопросы, касающиеся роста и развития корневой системы представлены в ряде работ [4, 5]. По мнению исследователей в условиях криолитозоны высокая засухо- и зимостойкость, интенсивная отрастаемость ломкоколосника объясняется, в первую очередь, сильным развитием корневой системы и глубоким ее проникновением в почву [6, 2]. Вопросы, касающиеся развития вегетативных побегов и онтогенеза ломкоколосника дернистого в условиях криолитозоны ранее не изучались. Знание биоморфологических особенностей в ходе онтогенеза необходимо для интродукционных и селекционных работ, семеноведения и семеноводства ломкоколосника.

В связи с этим стало актуальным изучение особенностей процесса побегообразования, а также формирования куста у интродуцируемого сорта ломкоколосника дернистого.

Цель настоящего исследования – выявить закономерности деятельности конуса нарастания главного и боковых побегов, появления и роста побегов, т.е. выяснить вопрос о формировании и строении куста в ходе онтогенеза.

Материалы и методика

В нашей работе объектом исследования является ломкоколосник дернистый, сорт Манчаары, предназначенный для освоения деградированных аласных лугов, создания пастбищ круглогодичного использования в засушливых зонах [2]. Исходным материалом для выведения сорта послужили 2 местных дикорастущих образца ломкоколосника дернистого. *Psathyrostachys caespitosa* представляет собой многолетний, плотнoderновинный, моноцентрический вид с интравагинальными побегами. Это типичный ксерофит, гелиофит.



Исследования проводили в Мархинском стационаре ИБПК СО РАН с 2003 г. на свободно размещенных растениях с площадью питания 30x30 см разных сроков посева. Мы провели детальное структурно-морфологическое исследование *Psathyrotachys caespitosa*, выделив структурные единицы двух рангов: фитомер (элементарная единица структуры и ритма роста) и побег (единица, сохраняющая все основные функции растения).

При изучении и описании онтогенеза объекта исследования использовали общепринятые популяционно-биологические и статистические методы [7,10,11]. На каждом возрастном состоянии растений учитывали следующие морфологические параметры: высота растения, число побегов, число листьев и корней на особи, размеры листьев и дерновин.

В ходе онтогенеза проводили морфофизиологический анализ растений, руководствуясь работами [8,9]. Препарирование растений проводили с момента прорастания до ухода в зиму в течение вегетационных сезонов. Изучали состояние конуса нарастания главного и боковых побегов, определяли этап органогенеза, емкость открытых почек побегов, проводили подсчет закрытых боковых почек и придаточных корней побегов.

Результаты

Морфоструктуру растений изучали с момента появления проростков в течение 1-2 годов жизни. В ходе онтогенеза изучали развитие главного побега, побегов разных порядков, корневой системы, проводили измерения, препарирование побегов и почек особей, рассматривали состояние конуса нарастания главного и боковых побегов с момента прорастания и отрастания растений. Ниже приведены данные наблюдений за морфогенезом свободно размещенных растений с площадью питания 30x30 см раннелетних сроков посева (первая декада июня). Влажность почвы поддерживали на достаточном уровне в первый год жизни путем полива в засушливые периоды. Следует отметить, что 2003-2004 гг. По гидротермическому коэффициенту были достаточно увлажненными. Изменения морфоструктуры особей *P. Caespitosa* представлены на рис. 1 и табл. 1.

Проростки обычно появляются через 10-12 дней после посева. Проросток состоит из coleoptиле длиной 0,2-1,7 см и главного побега с 1-3 мелкими узкими листьями. Листовая пластинка 1-го листа 2,0-6,5 см длиной и 0,2 см шириной. Через 18-20 дней появляется 2-ой лист. Корневая система состоит из зародышевого корня. Придаточные корни видны в виде бугорков. У проростка конус нарастания не дифференцирован, емкость верхушечной почки равна 2 фитомерам (колпачковый лист и валик).

В момент полного развертывания 3-го листа главного побега заложены две боковые почки – II^1 и II^2 . Число меристематических зачатков в открытой почке равно 4 (2 колпачка, 1-2 примордия, 1 валик). Общее число фитомеров главной оси равно 8-9, включая емкость открытой почки и растущий лист (шильце).

Кущение – появление первого побега второго порядка II^1 из влагалища 1-го листа главного побега, начинается во время завершения развертывания 4-го и появления 5-го листа (т.е. в период 4-5-го филохронов) главного побега. Морфогенетически побег II^1 принадлежит 2-му фитомеру (листу) главного побега. К началу кущения особь имеет 1 боковой побег (II^1) и 2 пазушные почки (табл. 1).

В течение фазы 5-го листа трогается в рост почка II^2 . Число придаточных корней увеличивается до 3-5. Конус нарастания главного побега увеличивается и имеет емкость 3-4 фитомера (1-2 колпачка, 1 примордий и 1 валик). Общее число фитомеров главного побега равно 10-11. В это время формируется первая почка III порядка на побеге II^1 . На побеге II^1 формируется 2 листа.

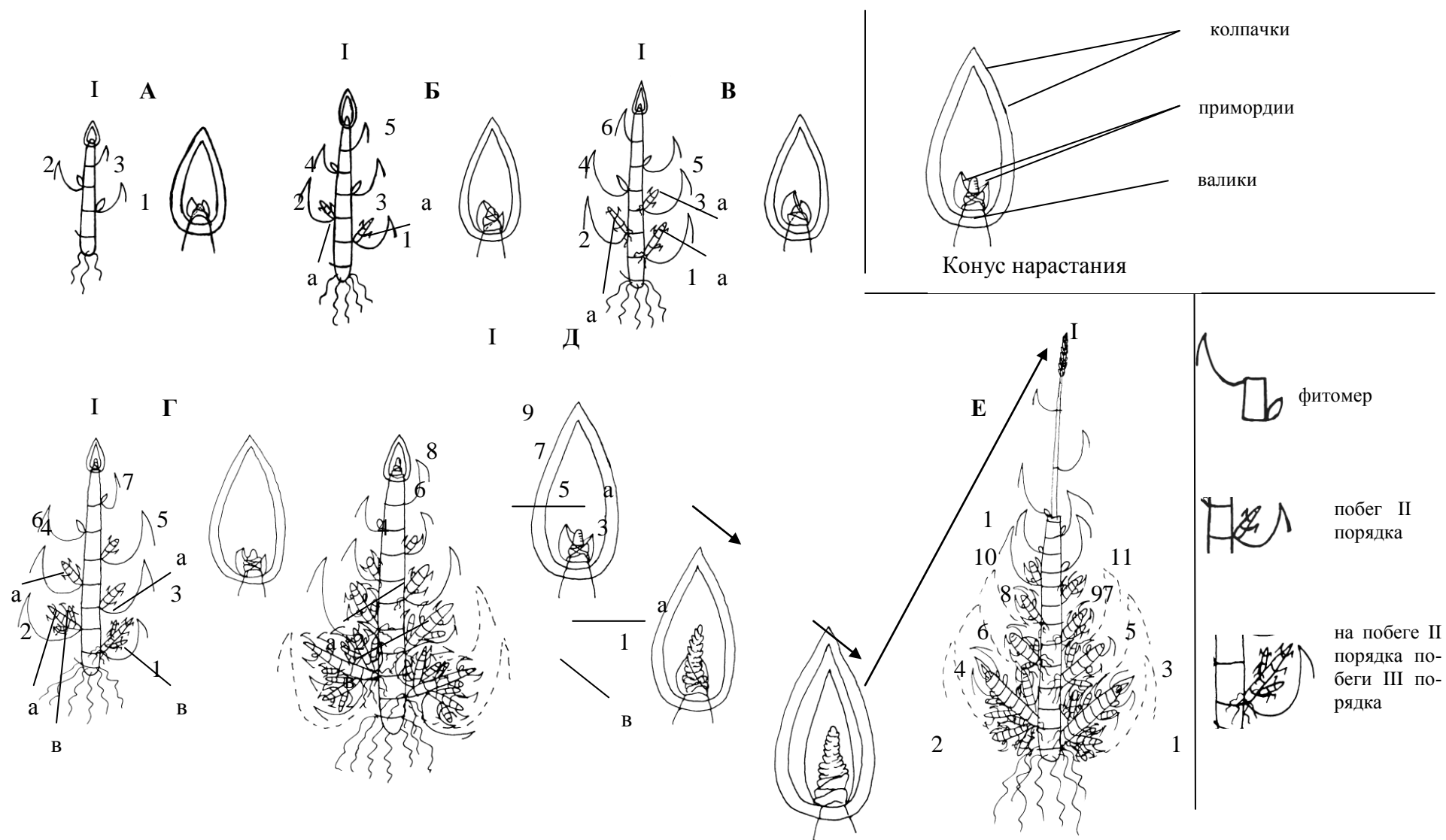


Рис. 1. Морфологическая структура растений *Psathyrostachys caespitosa* на первом году жизни: А - в фазе 3-го листа; Б - фазе 5-го листа; В - фазе 6-го листа; Г - в фазе 7-го листа; Д - в фазе 9-го листа; Е - после перезимовки в фазе 12-го листа (до первого цветения); I - главный побег; 1-12 - листья главного побега; а - побеги II-го порядка; в - побеги III-го порядка



Таблица 1

Изменение показателей морфоструктуры особи ломкоколосника дернистого в процессе морфогенеза

№ филохрона главного побега	Число побегов на особи	Число листьев на побегах разных порядков																			Всего листьев на особи
		II ¹	II ²	II ³	II ⁴	II ⁵	II ⁶	III ¹⁻¹	III ¹⁻²	III ¹⁻³	III ²⁻¹	III ²⁻²	III ²⁻³	III ³⁻¹	III ³⁻²	III ⁴⁻¹	III ⁴⁻²	IV ¹⁻¹⁻¹	IV ¹⁻¹⁻²	IV ²⁻¹⁻¹	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Первый год жизни																					
1	1																				1
2	1																				2
3	1																				3
4	2	1																			5
5	3	2	1																		8
6	4	3	2					1													12
7	6	4	3	1				1-2	1		1										17-18
8	10-12	5	4	3	1	1		2	1	1	1-2	1		1							30-35
9	15	5	5	3	2	1-2	1	2	2	1	2	1	1	1	1						35-40
10	15-20	6	6	4	4	3	2	3	2	1-2	3	2	1	3	2	1	1	1			55-60
Второй год жизни																					
11	40-50	6	6	5	4	4	3	3-4	2-3	2	3	2	1-2	4	3	2	1	2	1		80-100
12	50-60	7-8	6	5	5	5	3	5	3	2	4	3	1	4	3	2	2	2	2	1	100-120

При разворачивании 6-го листа особь имеет 3-4 побега (том числе 2-3 побега II порядка) и 5-6 почек. Емкость открытой почки главного побега равна 4 зачаткам. На побеге второго порядка II¹ образуется 3 листа, на побеге II² – 1-2 листа (табл. 1).

Во время длительного роста 7-го листа (7-го филлохрона) главного побега побег II¹ разворачивает 4 листа, формирует собственные корни и приступает к кущению. Первый побег III порядка III¹⁻¹, принадлежащей 1-му фитомеру материнского побега II¹ появляется из влагалища его 1-го листа. В течение 7-го филлохрона достигают фазы 4-го листа, окореняются и кустятся другие побеги II порядка (II², II³ и т.д.). К концу этого филлохрона побеги II порядка имеют по 2-4 придаточных корня, а побеги III порядка – редко по 1 корню. На побегах III порядка (III¹⁻¹ и III¹⁻²) образуется 1-2 листа. Корневая система хорошо развита и состоит из 5-13 придаточных корней, конус нарастания главного побега находится на II этапе органогенеза при емкости открытой почки 6-7 фитомеров. Общее число фитомеров главного побега равно 13 фитомерам. Таким образом, в фазе 7-го листа на главном побеге растение состоит из 3-х побегов II порядка, 1-2 побегов III порядка, 3-11 пазушных почек. На главной оси формируется первая почка IV порядка в пазухе первого листа побега III¹⁻¹.

Каждый следующий побег II порядка выходит вслед за появлением очередного листа на главном побеге. Побег II², принадлежащий 3-му фитомеру, выходит из влагалища 2-го листа вслед за появлением 5-го листа главного побега, побеги II³, II⁴, II⁵ – соответственно вслед за ростом 6, 7 и 8-го листьев главного побега. Одновременно наблюдается закономерность появления каждого следующего побега II порядка с ростом листьев на предыдущих побегах одноименного порядка: последующий побег этого же порядка появляется во время роста 2-3-го листа предыдущего побега II порядка (рис. 1). Поэтому появление побегов верхних ярусов происходит во время роста 2-3, 3-4-го и 4-5-го листьев побегов II порядка, расположенных соответственно на 1, 2 и 3 яруса ниже его на главной оси. В появлении побегов III порядка на побегах II порядка наблюдается наиболее сложная связь с ростом листьев на главном и материнском побегах, с разворачиванием листьев на других побегах II-III порядков верхних ярусов. Все боковые побеги, как правило, появляются при росте 4-5-го листа материнского побега.

Во время разворачивания 9-го листа главного побега число побегов II порядка равно 7-8, III порядка – 5. Это связано с тем, что побеги II порядка, достигнув фазы 3-4-го листа, также приступают к кущению. Почки побегов III порядка трогаются в рост и дают побеги IV порядка также при разворачивании на этих побегах 3-4 листьев. В этот момент у главного побега общее число фитомеров равно 17-18. У побегов II порядка количество придаточных корней достигает 4-5-ти, III порядка – 3-х (рис. 1).

В первый год жизни растения *Psathyrostachys caespitosa* уходят в зиму с 9-10 листьями на главном побеге. На 2-ом году жизни в фазе 12-го листа на главном побеге формируется соцветие (рис. 1). Формируют соцветия только те растения, которые ушли в зиму с 9-10 листьями на главном побеге. Всего побегов на особи 15-20, из них зацветает только главный побег.

Выводы

Итак, при изучении морфоструктуры растений *Psathyrostachys caespitosa* в первые годы жизни выявлены следующие особенности:

1. Начало кущения происходит с появления первого побега второго порядка II¹ из влагалища 1-го листа главного побега, совпадающего с завершением разворачивания 4-го и появления 5-го листа на главном побеге. Таким образом, формируется первичный куст.

2. Сложный куст формируется с появления боковых побегов кущения, число которых достигает до 15-20. К концу 1-го года жизни на главном побеге разворачивается 9-10 листьев. Все боковые побеги, как правило, появляются при росте 4-5-го листа материнского побега.



Таким образом, формирование простого куста (появления первого побега II порядка – начало кущения) начинается в конце разветвления 4-го и начале роста 5-го листа главного побега, а сложного куста (появления побегов III порядка) – во время роста 7-го листа главного побега.

Список литературы

1. Захарова В.И., Кузнецова Л.В., Иванова Е.И. и др. Разнообразие растительного мира Якутии. – Новосибирск: Наука, 2005. – 320 с.
2. Павлов Н.Е. и др. Интродукция и селекция многолетних злаковых трав в Якутии / РСАХН. Сиб. отд-ние. Якут. НИИСХ. – Новосибирск, 2006. – 240 с.
3. Бадмаева Н.К. Морфогенез побегов ломкоколосника ситникового и двукисточника тростникового // Ресурсы растительного покрова Забайкалья и их использование. – Улан-Удэ: БНЦ СО АН СССР, 1991. – 185 с.
4. Бекмухамедов Э.Л. Волоснец (ломкоколосник) ситниковый. – Алма-Ата: Кайнар, 1975. – 71 с.
5. Аникин Ю.Я. Волоснец ситниковый – ценная пастбищная культура. – Волгоград: Нижне – Волжское Кн. Изд-во, 1977. – 110 с.
6. Дохунаев В.Н. Корневая система растений в мерзлотных почвах Якутии. – Якутск: Якут. филиал СО АН СССР, 1988. – 172 с.
7. Жукова Л.А. Популяционная жизнь луговых растений. – Йошкар-Ола: РИИК «Лаккар», 1995. – 225 с.
8. Серебрякова Т.И. Морфогенез побегов и эволюция жизненных форм злаков. – М.: Наука, 1971. – 357 с.
9. Куперман Ф.М. Морфофизиология растений. – М., 1973. – 225 с.-
10. Работнов Т.А. Жизненный цикл многолетних травянистых растений в луговых ценозах // Тр. БИН АН СССР. Сер. 3. Геоботаника. – М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1950. Вып. 6. – С. 7-204.
11. Ценопопуляции растений (основные понятия и структура) / Смирнова О.В., Заугольнова Л.Б., Ермакова И.М. и др. – М.: Наука, 1976. – 217 с.

THE BUNCH FORMATION IN *PSATHYROSTACHYS CAESPITOSA* (SUKACZEV) PESCHKOVA IN THE FIRST YEARS OF LIFE UNDER CONDITIONS OF CENTRAL YAKUTIA

A.A. Skobeleva

Institution of the Russian Academy of Sciences: Institute for Biological Problems of Cryolithozone Siberian Branch of RAS, 677980, Yakutsk, 41, Lenin's prospectus

e-mail: scanak@mail.ru

There are set out results of investigations of the tillering and bunch formation of *Psathyrostachys caespitosa* have been presented in ontogenesis. The law-governed nature of simple and complex bunch has been established depending on the growth and development of leaves of plant main shoot.

Key words: morphogenesis, tillering, organogenesis stages, morphostructure, ontogenesis.

ИЗУЧЕНИЕ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ВЕГЕТАТИВНОГО РОСТА СОРТОВ ГЛАДИОЛУСА

О.Б. Кузичев

*Мичуринский государственный
аграрный университет, 393760,
Тамбовская область,
г. Мичуринск,
ул. Интернациональная, д. 101
e-mail - info@tgau.ru*

Проведены измерения площади листа у 8 сортов гладиолуса, выращенных из клубнелуковиц разных разборов. Рассчитаны коэффициенты площади листа k , а также корреляции (r) между диаметром клубнелуковицы и суммарной площадью листьев растений сортов гладиолусов. Установлена высокая корреляционная связь между упомянутыми показателями.

Ключевые слова: гладиолус, сорт, площадь, лист, длина, ширина, коэффициент

Введение

Гладиолусу принадлежит одно из ведущих мест среди многолетних цветочных культур открытого грунта во всем мире. Кроме того, гладиолус применяется и для выгонки в условиях защищенного грунта. Эта цветочная культура обладает высокими стройными соцветиями с гофрированными в разной степени лепестками цветков самой разнообразной окраски. Благодаря многолетней селекции получены двух-, трех- и многоцветные сорта гладиолуса.

Важнейшим показателем вегетативной продуктивности любого растения является площадь его листа. Измерения площади листьев проводились лишь по немногим декоративным травянистым растениям. В частности, по гладиолусу отмечена публикация по измерению площади листа итальянских авторов (Барбьери, Де Паскале, Д'Андрия, Мори, 1994). Было исследовано 4 сорта (Уайт Фрэндшип, Фрэндшип, Спик энд Спэн и Джестер) и показано, что для определения площади листа можно использовать формулу:

$$S = L \times W \times 0,62,$$

где L – длина листа, см,
 W – ширина листа, см,
0,62 – коэффициент (k)

Однако в публикации не указывается, какой именно лист измерялся и, кроме того, авторами было исследовано слишком мало сортов для того, чтобы с полной уверенностью утверждать, что коэффициент $k=0,62$ является универсальным для всех культиваров. Наши исследования показали, что коэффициент k колеблется по сортам в зависимости от особенностей сорта и порядкового номера листа.

Растения гладиолуса имеют три вида листьев. Клубнелуковица окружена двумя-тремя чешуевидными, или низовыми, листьями, не имеющими листовой пластины. Они, как правило, расположены под землей. Иногда верхушка последнего листа чуть-чуть возвышается над уровнем почвы. Основной ассимилирующий аппарат гладиолуса состоит из 5-9, иногда из 10-12 хорошо развитых настоящих листьев, имеющих влагалище и мечевидную листовую пластинку. Обычно 5-6 из них начинаются от клубнелуковицы, остальные располагаются один выше другого на стебле. Непосредственно около соцветия находятся 2-3, иногда 4 стеблевых листа. Они небольшой длины, светло-зеленой окраски и пленчатые (в отличие от них настоящие листья зеленой окраски и прочные).

Целью наших исследований было определение площадей листьев, а также других показателей вегетативной продуктивности сортов гладиолуса при выращивании из клубнелуковиц.



Материалы и методика

Нами были в 2008 году произведены измерения площади листа у 8 сортов гладиолуса, выращенных из клубнелуковиц разных разборов. Растения выкапывались, затем клубнелуковицы отрезали с пенечком длиной 7 см (условно место перехода от надземной части растения к подземной – в этом месте зеленая («воздушная») окраска листьев переходит в «подземную» - сиреневую или бордовую). Листья отделялись от стебля и укладывались на специальную палетку из оргстекла (с делениями через 1 см). Затем подсчитывали площадь, складывая поэтапно значения ширины, а также измеряли показатели наибольшей длины и ширины листа и рассчитывали коэффициенты k для каждого листа по формуле:

$$k = (Sl. / So.п.) \times 100\%$$

где $Sl.$ – площадь листа, $см^2$;

$So.п.$ – площадь описанного (вокруг листа) прямоугольника, $см^2$.

По каждому сорту проводились измерения площади только настоящих листьев, показателей их длины и ширины, затем рассчитывали суммарную площадь листьев растения и коэффициенты площади.

Результаты

Сравнивая площади листьев растений, выращенных из клубнелуковиц I разбора (табл. 1), можно отметить наибольший показатель почти по всем сортам по 3-му настоящему листу (у сорта Афродита, например, площадь больше у 4-го листа, но на совсем ничтожно малую величину, а у сорта Спартан самый большой по площади лист – 2-й). Если сопоставить между собой данные по II разбору, то здесь ситуация следующая: у 5 сортов из 6 исследованных наибольшую площадь имеет 2-й настоящий лист, лишь по сорту Лаура – 4-й. При изучении растений, выращенных из III разбора клубнелуковиц у двух сортов (Спартан и Рубиновый Колос) больше был 2-й лист, а еще у двух других (Золотой Улей и Лаура) – 1-й.

Что касается количества настоящих листьев, то у самых крупных клубнелуковиц (I разбора) их было либо 5 (у сортов Спартан, Балет на Льду и Лаура), либо 6 (Розовое Кружево, Каштанка и Афродита). По II разбору ситуация следующая: 4 листа было отмечено у сортов Спартан, Балет на Льду, Каштанка и Золотой Улей и 5 – у следующих культиваров: Рубиновый Колос и Лаура. Растения, выращенные из клубнелуковиц III разбора, имели по три настоящих листа (по данному разбору изучены показатели у 4 сортов: Спартан, Балет на Льду, Золотой Улей и Лаура).

Наибольшая суммарная площадь листьев отмечена у сорта Розовое Кружево – $344,53 \text{ см}^2$ (по I разбору). При изучении II и III разборов наибольшие значения $\sum S$ наблюдались у сорта Золотой Улей ($137,03$ и $74,47 \text{ см}^2$ соответственно).

Нами также рассчитаны коэффициенты корреляции (r) между диаметром клубнелуковицы и суммарной площадью листьев растений по каждому из разборов, а также по всем разборам каждого сорта. Из таблицы 1 видно, что коэффициент корреляции во всех случаях очень высок (от $0,92$ до $0,999$). Меньшие значения отмечены по сортам Балет на Льду (по II разбору - $0,864$) и Золотой Улей – по III разбору ($0,766$), хотя они все равно говорят о высокой корреляционной связи между показателями диаметра клубнелуковицы и суммарной площади.

Максимальная длина листа (так же, как, впрочем, и площадь) отмечена у сорта Розовое Кружево – значение составило $66,4$ по I разбору у 4-го листа (табл. 2). Именно лист с этим порядковым номером обладал самой большой длиной также у сортов Балет на Льду и Лаура (при выращивании из I разбора). У сортов Спартан, Каштанка и Афродита наибольшей высоты достигал 3-й настоящий лист. По II разбору у 5 сортов из 7 исследованных наивысшим был 3-й лист (максимальное значение ($l = 48,3 \text{ см}$) у сорта Спартан). Исключение составляют сорта Каштанка и Золотой Улей, у которых наибольшая длина отмечена у 2-го листа. По III разбору максимальную длину во всех случаях имел 2-й лист (наибольшее значение у сорта Спартан ($42,9 \text{ см}$)).



Таблица 1

Площадь плоскостей листовой массы исследованных сортов гладиолуса

Сорт	Диаметр клубнелуковицы (d), см	Разбор	Площадь листа (S), см ²						Суммарная площадь листьев (ΣS), см ²	Коэффициент корреляции (r) между диаметром клубнелуковицы и суммарной площадью листьев	
			1	2	3	4	5	6		Среди растений одного разбора клубнелуковиц	Среди всех разборов
Розовое Кружево	3,67	I	13,87	73,83	94,7	81,97	60,8	16,3	344,53	0,972	0,972
Спарган	3,63	I	47,47	59,43	53,8	37,37	20,73	-	213,97	0,998	0,974
	2,77	II	20,07	43,97	38,83	18,07	-	-	120,93	0,999	
	1,97	III	24,07	26,9	8,0	-	-	-	58,97	0,944	
Рубиновый Колос	2,7	II	25,8	36,63	35,0	24,87	16,9	-	127,93	0,998	0,998
Балет на Льду	3,33	I	20,23	34,27	53,03	37,17	9,6	-	144,27	0,947	0,92
	2,83	II	22,65	43,2	35,2	23,2	-	-	112,65	0,864	
	2,07	III	20,4	25,37	7,0	-	-	-	50,43	0,911	
Каштанка	3,53	I	34,37	58,43	69,2	63,87	26,13	35,8	264,17	0,969	0,943
	2,83	II	26,47	43,87	17,07	10,73	-	-	94,67	0,953	
Золотой Улей	2,7	II	38,4	38,03	35,0	25,6	-	-	137,03	0,999	0,989
	2,17	III	29,33	27,73	17,4	-	-	-	74,47	0,766	
Афродита	3,6	I	37,4	43,27	50,77	51,57	44,33	22,17	249,5	0,98	0,98
Лаура	3,3	I	27,27	37,73	44,8	37,17	18,97	-	166,07	0,934	0,989
	2,8	II	10,57	29,07	40,37	24,0	8,43	-	112,43	0,948	
	2,4	III	20,07	27,4	5,67	-	-	-	53,13	0,999	



Таблица 2

Значения линейных размеров листьев и рассчитанные коэффициенты k для исследованных сортов

Сорт	Диаметр клубнелуковицы (d), см	Разбор	Длина листа, см						Ширина листа, см						Рассчитанные коэффициенты k					
			1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
Розовое Кружево	3,67	I	17,57	45,73	63,1	66,4	60,6	30,03	1,2	2,4	2,23	1,83	1,47	0,77	0,645	0,67	0,672	0,674	0,692	0,708
Спартан	3,63	I	35,4	46,77	48,13	41,2	23,97	-	2,07	1,93	1,7	1,23	0,97	-	0,647	0,659	0,670	0,715	0,741	-
	2,77	II	24,5	41,8	48,3	35,47	-	-	1,17	1,57	1,2	0,77	-	-	0,62	0,666	0,679	0,681	-	-
	1,97	III	27,33	42,93	23,03	-	-	-	1,5	0,9	0,47	-	-	-	0,586	0,694	0,751	-	-	-
Рубиновый Колос	2,7	II	26,37	37,7	44,57	41,23	31,8	-	1,33	1,43	1,2	0,87	0,75	-	0,736	0,682	0,655	0,687	-	-
Балет на Льду	3,33	I	22,33	33,53	48,0	49,57	30,2	-	1,63	1,67	1,6	1,13	0,5	-	0,557	0,627	0,694	0,654	0,635	-
	2,83	II	32,6	44,0	45,8	45,3	-	-	1,1	1,475	1,2	0,8	-	-	0,655	0,672	0,641	0,65	-	-
	2,07	III	27,2	38,23	22,15	-	-	-	0,98	0,97	0,4	-	-	-	0,767	0,688	-	-	-	-
Каштанка	3,53	I	25,0	39,1	46,03	45,53	27,83	31,7	2,17	2,43	2,4	2,37	1,32	1,9	0,613	0,628	0,625	0,581	0,63	-
	2,83	II	28,6	37,23	19,37	13,37	-	-	1,5	1,87	1,37	1,13	-	-	0,62	0,629	0,637	0,716	-	-
Золотой Улей	2,7	II	32,23	38,2	38,13	34,17	-	-	2,1	1,8	1,33	1,03	-	-	0,565	0,552	0,693	0,737	-	-
	2,17	III	34,33	39,63	39,13	-	-	-	1,37	1,13	0,7	-	-	-	0,632	0,617	0,641	-	-	-
Афродита	3,6	I	32,47	37,8	46,0	44,63	43,9	29,87	1,77	1,77	1,67	1,73	1,43	0,93	0,653	0,650	0,663	0,671	0,71	0,797
Лаура	3,3	I	26,93	33,93	43,7	45,6	36,33	-	1,57	1,77	1,6	1,2	0,73	-	0,653	0,633	0,646	0,682	0,716	-
	2,8	II	26,93	39,87	47,03	28,03	12,83	-	0,63	1,17	1,3	1,27	0,9	-	0,631	0,625	0,662	0,676	0,698	-
	2,4	III	25,27	38,1	18,07	-	-	-	1,23	1,1	0,43	-	-	-	0,646	0,657	0,770	-	-	-

Наибольшую ширину у большинства сортов по I и II разборам клубнелуковиц имел 2-й настоящий лист. Исключение составили сорта Спартан (по I и II разборам) и Афродита (по I разбору), у которых максимальную ширину имел 1-й лист, а также сорт Лаура (по II разбору) – в данном случае наибольшая ширина отмечена по 3-му листу. По III разбору клубнелуковиц по ширине у всех изученных сортов больше был 1-й лист.

Рассчитанные коэффициенты k также приведены в табл. 2. Как правило, значения коэффициентов возрастают от первого к заключительному настоящему листу. У таких сортов, как Золотой Улей, Афродита и Лаура, наименьшие значения коэффициента k наблюдаются, в основном, у 2-го настоящего листа. В общем, следует отметить, что, чем меньше коэффициент k , тем более овальным является лист. Листья, располагающиеся ближе к оси растения (например, 4-6-й), обладают большей параллельностью сторон, чем периферийные (1-й и 2-й листья). Значения вычисленных нами коэффициентов можно использовать при расчетах площадей листовой массы данных сортов, если известны длина и ширина каждого из листьев, по формуле $S = L \times W \times k$.

Заключение

1. У растений гладиолуса, выросших из клубнелуковиц I разбора, развито по разным сортам 5-6 настоящих листьев, по II разбору – 4-5, по III разбору – 3.

2. Установлена высокая степень корреляционной связи между диаметром клубнелуковицы и суммарной площадью листьев растений (по различным сортам коэффициент корреляции (r) составил от 0,766 до 0,999).

3. Используя вычисленные нами коэффициенты, можно легко определить площадь каждого листа указанных сортов гладиолуса по формуле $S = L \times W \times k$. Для этого следует измерить только длину и ширину листа. Коэффициенты других сортов следует вычислять, руководствуясь приведенной нами методикой.

Список литературы

1. Громов А. Н. Гладиолусы. – М.: Россельхозиздат, 1981. – 192 с.
2. Кузичева О. А., Кузичев Б. А., Кузичев О. Б. Гладиолусы. – М.: ЗАО Фитон+, 2002.
3. Кузичева О. А., Кузичев Б. А., Кузичев О. Б. Вычисление площади листа и других параметров роста сортов гладиолуса. // Труды ВНИИС им. И. В. Мичурина. - Воронеж: Кварт, 2005. – С. 503-509.
4. Потапов В. А., Кашин В. И., Курсаков А. Г. Методы обработки экспериментальных данных в плодоводстве. Рекомендации. – М.: Колос, 1997. – 144 с.
5. Тамберг Т. Г. Методика первичного сортоизучения гладиолуса гибридного. – Л.: 1972. – 36 с.
6. G. Barbieri, S. De Pascale, R. d'Andria, M. Mori. Estimating Gladiolus leaf area by linear measurements // Advance in Horticultural science, № 8, 1994, p. 85-89.

STUDYING OF KEY PARAMETERS OF VEGETATIVE GROWTH OF GLADIOLUS CULTIVARS

O. B. Kuzichev

Michurinsk State Agricultural University, 393760, Tambov region, Michurinsk, Internatsionalnaya str., 101

e-mail – info@mgau.ru.

Measurements of the leaf area at 8 cultivars of the gladiolus which has been grown up from corms of different sizes are spent. Coefficients of the leaf area (k), and also correlations (r) between diameter of corms and the total leaves area of plants of gladiolus cultivars are calculated. High correlation connection between the mentioned indicators is established.

Key words: gladiolus, cultivar, area, leaf, length, width, coefficient.



УДК 635.9:582.579.2

ФЛОРА ЛЕСОВ НЕКОТОРЫХ ПРЕДГОРНЫХ РАЙОНОВ ВОСТОЧНОГО КАВКАЗА

М.А. Тайсумов
М.А.-М. Астамирова
С.А. Исрапилова
Т.З. Гадаева

*Чеченский государственный
педагогический институт*

В статье приводятся сведения о лесной предгорной флоре Восточного Кавказа, а также сведения о нуждающихся в охране 87 видах. В их числе 7 эндемиков, 19 реликтов, 37 видов, для которых в этом районе проходит граница ареала, 24 глобально редких видов, 11 видов с «locus classicus» в исследуемом районе.

Ключевые слова: Восточный Кавказ, реликты, эндемы.

На сегодняшнем этапе ботанических исследований можно говорить о довольно полной изученности флоры Северного Кавказа, чего нельзя сказать о его естественных региональных флорах. Между тем, более полная их инвентаризация является фундаментальной основой разработки научно обоснованной системы рационального использования генофонда, сохранения биоразнообразия и позволяет получить наиболее полную информацию об ареалах видов и их экологии.

Несмотря на довольно продолжительную по времени историю изучения флоры Восточного Кавказа, флора лесов горной части в целом не была объектом детального флористического исследования.

Имеющиеся гербарные материалы (находящиеся в различных ботанических учреждениях Чеченской Республики, Республики Дагестан и др.) разрозненны и не полны, вследствие чего, невозможно было, опираясь только на них, сделать полноценный анализ флоры. Наиболее полные данные накоплены по отдельным типам растительности: нагорно-ксерофитной [1; 2; 3; 4; 5; 6 и др.]. Приводятся общие черты и ряд данных по видовому составу лесов и лугов. Детальному флористическому обследованию подвергались некоторые участки Скалистого хребта и Юрской депрессии в бассейне реки Аргун [7].

Исключительно важным обстоятельством является присутствие во флоре лесов ЧР эндемиков и реликтов различных геологических эпох. По территории Восточного Кавказа, Скалистого хребта и Юрской депрессии проходит своеобразный фито-географический рубеж – целый ряд эндемичных и реликтовых видов находятся здесь на крайних границах своих ареалов. Благоприятные рефугиальные условия позволили этим видам пережить здесь многочисленные оледенения. Автохтонное ядро флоры, по мнению многих авторов, – плиоценовое. [8]. Неоспоримы и тесные связи с флорами Древнего Средиземноморья и более молодыми бореальными флорами. Все эти убедительные факты подчеркивают раннее выдвинутое рядом авторов [8; 9; 10; 11], представление о как рефугиуме реликтов различных геологических эпох. Однако, имея более или менее общие представления о числе и некоторых особенностях раритетных видов, мы все еще не обладали подробной и конкретной информацией о размещении, ареалах и состоянии популяций видов и реликтовых фитоценозов. Интенсивная хозяйственная деятельность (выпас скота, рубка леса, дорожные работы, военные полигоны и т.д.) в данном районе, без сомнения, оказывает негативное воздействие на естественный растительный покров, вызывая деградацию и увеличение в его составе доли сорных растений. То же можно отнести и к естественным местобитаниям редких видов. Все это обусловило необходимость инвентаризации флоры рассматриваемой территории.

Вышесказанное определяет актуальность данного исследования. Попытка создания представления о флоре лесов Восточного Кавказа с детальным анализом предпринимается впервые.

Целью нашей работы явилось установление флористического разнообразия и проведение всестороннего анализа флоры предгорных районов ЧР.

Флористически исследуемый район является частью лесной провинции Кавказа, причем, с явными чертами лесов Западного Кавказа, несмотря на то, что они – пограничная область, ибо по Андийскому хребту проходит граница с Дагестаном, относящемуся к другой, дагестанской, провинции – области ксерофитов. Последнее обстоятельство может быть объяснено лишь устойчивой разнотипностью современных климатов и наличием климатического барьера между этими территориями [12]. Однако в Северо-Юрской депрессией растительный покров приобретает ксерофильный (близкий к дагестанскому) характер. Область распространения ксерофитов – в долины рек всего Восточного Кавказа (Чанты-Аргун, Армхи, Асса) и продолжается за Скалистым хребтом.

В специфических условиях «дождевой» или «барьерной тени» находится значительная площадь аридных котловин Чечни и Ингушетии. Поэтому на их общем ландшафтном фоне отчетливо представлены ксероморфные природные комплексы, что совершенно не характерно для других внутригорных котловин. Ландшафтные особенности аридных котловин могут быть как общего, так и частного характера. Общие особенности свойственны всем котловинам. Они проявляются в принципиальном сходстве условий аридного ландшафтообразования. Частные особенности характерны каждой отдельно взятой котловине и находят выражение в отличиях в спектре высотной поясности, в структуре ксероморфных ландшафтов и их пространственном распределении. Эти особенности определены влиянием местных факторов, например усложняющим воздействием мезорельефа, особенностями горных барьеров и конфигурацией котловин. Наибольшего внимания с точки зрения пространственной дифференциации ландшафтов и растительности заслуживают склоны, окаймляющие аридные котловины. Склоны, составляющие борта котловин, расчленены ущельями многих рек и временных водотоков. Это создает известную экспозиционную пестроту и неоднородность рельефа, что проявляется в ландшафтно-климатических различиях противоположащих склонов. Так, на южных и смежных склонах котловин преобладают аридные и полуаридные комплексы. Господство горно-лесных и горно-луговых ландшафтов наблюдается на соседних северных и западных склонах или в верхних высотных поясах.

Первое, что обращает на себя внимание при посещении района Итумкалинской котловины, – своеобразие растительного покрова, резко отличный его характер по сравнению с другими котловинами. Здесь господствуют заросли кустарников – типичный шибляк. Данную флору физиономически легче сблизить с некоторыми вариантами растительности дагестанских и армяно-переднеазиатских нагорий, чем с ксерофитами остальной части Терской области. При этом шибляк представлен здесь не фрагментарно, не в виде обедненных комплексов, а флористически богатыми сомкнутыми зарослями, занимающими обширные пространства. Помимо шибляка, в районе Итумкале представлены фрагменты степей, фриганоидные группировки, широколиственные леса, правда, в виде небольших островков на соответствующих склонах, луга (северные склоны долины Аргуна), растения скал, галечников. На первом же месте стоит шибляк. К западу от Итумкале очень обычны степоидные формации с видами *Stipa*, *Festuca*, *Koeleria*, *Teucrium*, *Scutellaria*, *Botriochloa*, горностепная растительность и фриганоидные комплексы.

Главной особенностью растительного покрова Итумкалинской котловины является чередование на повышенных (свыше 1500 м с отчетливой куэстовидной формой) и пониженных (ниже 1000-1500 м с сильно затронутым эрозией рельефом) участках лесной и нагорно-ксерофильной растительности. При этом даже в самых высоких точках рельефа резко снижена роль горно-луговой растительности. Другой природной особенностью бассейна Аргуна является наличие ксероморфных ландшафтов вне сфе-



ры преградного воздействия Скалистого хребта. В таких случаях их существование обусловлено барьерным эффектом наиболее высоких хребтов в самой котловине или отрогов Бокового хребта. Такого не наблюдается в двух других котловинах.

Характер растительности Джейрахской и Таргимской котловин, где поясность выражена значительно резче, в значительной степени более мезофильный, чем в Итумкалинской. В верхних высотных поясах (более 2500 м) хорошо представлена горно-луговая растительность.

Наличие различных вариантов нагорно-ксерофильной (шибляковой и горно-степной) растительности, которая широко распространена к востоку от Андийского хребта [13;14;15;16] сближает облик растительного покрова исследуемых аридных котловин с флорой и растительностью Внутреннегорного Дагестана. Нагорно-ксерофильная растительность в этом районе Северо-Юрской депрессии преимущественно приурочена к склонам южной экспозиции.

Шибляк этого района можно охарактеризовать как смешанный, состоящий из разных видов кустарников, роль которых почти одинакова. Выделяются, однако, и участки с преобладанием какого-то одного вида. Наиболее обычны на скалистых местах заросли *Colutea orientalis* (Итумкале – крайний западный, на Северном Кавказе район распространения и этого вида и шибляка данного типа); заросли *Spiraea hypericifolia*; местами господствуют заросли *Tragacantha aurea*, *Tragacantha denudata*, *Paliurus spina-christi*, *Rhamnus pallasii*, *Berberis vulgaris*. Кое-где относительно плотные насаждения образуют *Cotinus coggygria* и *Celtis glabrata*. Вместе с основными видами всегда имеются второстепенные. Ими бывают, как все отмеченные выше кустарники, которые в соответствующих местах встречаются относительно редко, так и другие виды, типа *Ephedra procera*, *Cerasus incana*, *Cotoneaster meyeri*, *C. integrifolia*, *Crataegus monogyna*, иногда *Juniperus oblonga*, *Amelanchier ovalis*, *Clematis integrifolia*, *Rosa valentinae*, *Cerasus incana*, *Rhamnus pallasii* и др.).

Помимо кустарников, здесь мы находим также *Festuca brunescens*, *Elytrigia gracillima*, *Carex tomentosa*, *C. palleescens*, *Allium fuscoviolaceum*, *A. paniculatum*, *A. albidum*, *Herniaria besseri*, *Dianthus capitatus*, *D. ruprechtii*, *D. fragrans*, *Alyssum hirsutum*, *Erysimum repandum*, *Potentilla pimpinelloides*, *Potentilla recta*, *Ononis pusila*, *Coronilla coronata*, *Hypericum hirsutum*, *Helianthemum ciscaucasicum*, *Vinca herbaceae*, *Draconcephalum austriacum*, *Phlomis tuberosa*, *Salvia tesquicola*, *Galium aureum*, *Campanula hohenackeri*, *Aster amelloides*, *Achillea millefolium*, *Reichardia glauca*, *Salvia daghestanica*, *Astragalus haesitabundus*, *Thymus dagestanicus*, *Xanthobrychis bobrovii* – типичный дагестано-центральнокавказский ксерофит, *Medicago daghestanica* (крайняя западная часть ареала – Итумкалинская котловина), *Convolvulus lineatus*, *Linum orientale*, *Salvia kuznetzovii*, *Vincetoxicum funebre*, *Teucrium chamaedrys*, *Onosma armeniacum*, *Dianthus cretaceus*, *Muscari pallens*, *Veronica propinqua*. Очень много *Teucrium polium*, *Galium ruthenicum*, *Botriochloa ischaetum* и даже такие, как *Stipa capillata*, *Koeleria gracilis*, *Festuca valesiaca*, *Medicago falcata*, *Chondrilla juncea*, *Herniaria incana*, *Cleome daghestanica*, *Scleranthus annuus*, *Euphorbia szovitsii*. На скалистых местах обычны *Parietaria judaica*, *Scrophularia rupestris*, *Galium brachyphyllum*, *Onosma caucasica*, *Campanula sarmatica*, *Rumex hastifolius* и некоторые другие. Обращает внимание почти полное отсутствие зарослей кустарников видов *Rosa* и вообще бедность шиповниками всего этого района.

Указанные травы и кустарнички редко образуют типично фриганоидные группировки. Они встречаются среди шибляка, в изреженных его вариантах и на прогалинах. Особенно богаты травами заросли *Tragacantha denudata*. В области Скалистого хребта, на скалах, растут *Fumana procumbens*, *Stipa caucasica*, *Psephellus prokhanovii*, *Hypericum asperuloides*, *Symphandra pendula*, *Gypsophila tenuifolia*.

Степные виды, упомянутые выше, образуют горностепные фитоценозы. Они встречаются выше шибляка и лучше представлены на более или менее пологих участках рельефа. Довольно часто небольшие фрагменты образуются среди кустарников.

Склоны северной экспозиции ущелий покрыты мезофильной луговой и лесной растительностью. В составе лесов встречаются *Quercus petraea*, *Tilia caucasica*, *Fraxinus excelsior*, *Acer platanoides*, *A. campestre*, *Carpinus caucasica*, одиночные экземпляры *Fagus orientalis*, и травы типа *Albobia tripartita*, *Doronicum macrophyllum*, *Convallaria transcaucasica*, *Euphorbia macroceras*, *Polygonatum glaberrimum*, *P. verticillatum*, *Viola odorata*, *Lilium monadelphum*. Дальше этот типично широколиственный лес сменяется березняками, сосново-березовыми группировками, а по южным склонам – дубраво-скупшиевыми насаждениями, которые обеднены лесными видами – в них больше степных элементов.

Леса здесь не образуют такого сплошного покрова, как в черных горах. Леса распространены по долинам и ущельям рек и в нижней половине склонов хребтов. Наибольшей облесенностью характеризуется ущелье Чанты-Аргуна на отрезке между устьями рек Тангхойорк и Бастыхи. В составе древостоя почти повсеместно преобладают ольха и ива. Ближе к склонам, ограничивающим ущелье, и на них самих произрастают *Fraxinus excelsior*, *Quercus petraea*, *Tilia caucasica*, *Acer campestre*, *Ulmus suberosa* и др. Значительно реже попадают здесь *Euonimus europaea* и *Swida australis*. На хорошо освещенных солнцем полянах поймы рек густые заросли образует *Hippophae rhamnoides*. Единично и группами могут встречаться деревья алычи, барбарис обыкновенный и виды *Rosa*.

Видовой состав леса в ущелье Чанты Аргуна выше устья Майстыхи заметно меняется. На высоких левобережных террасах-пятачках появляется все больше липы, местами наблюдаются сплошные липовые древостои. Здесь также много граба и ясеня.

В расположенной выше по течению Мелхинской котловине обширны заросли облепихи. Средняя часть левобережного склона ущелья Чанты-Аргуна от с. Бечик до развалин с. Хорципати занята преимущественно дубовыми лесами и редколесьями. Горные дубравы, хорошо различимы здесь в окрестностях развалин Пезбассоя и на южном склоне массива Сиздук. Дубняк этого склона примечателен редким сочетанием растительности: по скалам и осыпям сюда проникают подушковидные астрагалы со степными растениями.

Следы пояса дубовых лесов, обнаруживаются в ущелье Майстыхи, где он был развит ниже развалин селения Пого на высоте 1420-1625 м. Судя по единичным экземплярам дубов и остаткам их пней на ныне безлесных склонах, дубравы занимали в прошлом большую площадь. К ее сокращению и дроблению на мелкие и изолированные части привела хозяйственная деятельность человека, использовавшего древесину как топливо и для строительных целей. Небольшие фрагменты дубовых древостоев прослеживаются и на левобережном склоне ущелья р. Майстыхи, ниже террасированного урочища Хоцой и на правобережном склоне в низовьях р. Хахичу. Единично и группами дубовые деревья встречаются в низовьях р. Кериго (ниже развалин селений Люнки, Перой), Гешичу (ниже развалин с. Шунды), по скалистым южным и восточным склонам Басты-Лама и в других местах.

Выше Хорципати по ущелью Чанты Аргуна и его притокам заметную роль играют сосновые леса, состоящие из сосны Сосновского. Изреженный сосновый лес произрастает на крутом левобережном склоне ущелья р. Бара между Хорципати и развалинами с. Арстахой. Верхние части склона, на котором расположены руины с. Басхой, покрыты более густым сосновым лесом. Почти сплошные его массивы, представлены в среднем течении р. Гешичу. Разрозненно сосны встречаются в полосе Скалистого хребта (например, в истоках р. Зумсой-эрк, у с. Кири), в ущелье Майстыхи (особенно по склонам южной экспозиции).

Ксерофильная растительность к югу от Скалистого хребта в долине Чанты Аргуна и его притоков наиболее развита по левому борту. Генетически и физиономически она совершенно отличается как от лесной, так и от субальпийской. Представлена шибляком, трагакантниками и горно-степными группировками в составе шибляка района Ушкалой-Итум-Кале отмечены *Paliurus spina-christi*, *Berberis vulgaris*, *Cotoneaster meyeri*, *Rhamnus pallasii*, *Spiraea hypericifolia*, *Rosa canina*, *Crataegus*



monogyna, кустарниковая форма *Quercus robur*. Этот перечень был позже дополнен А. И. Галушко (1974), обнаружившим здесь *Colutea orientalis*, *Cotinus coggygria*, *Celtis glabrata*, *Ephedra procera*, *Cerasus incana*, *Cotoneaster integerrimus*.

Обширные заросли образует шибляк в левобережной части долины Чанты Аргуна между селениями Ушкалой и Бечик. Фрагменты его хорошо выражены близ Ушкалоя, между Кокадоем и Итум-Кале, в урочищах Овлах и Юрди. Здесь их высотные отметки не столь велики – в среднем 750-850 м. Выше Овлаха по долине Чанты Аргуна из состава шибляка выпадает держидерево, реже обнаруживается крушина Палласа. В зарослях шибляка вдоль сланцевой тропы от развалин Кирдхой-Бавниш к бывшему Шундхойскому кордону уже доминирует *Spiraea hypericifolia* при участии *Rhamnus pallasii*, *Berberis vulgaris*, шиповников. Сплошными густыми зарослями спиреи зверобоелистной покрыты крутые и скалистые склоны Басты-Лама южной и восточной ориентации.

На подступах к урочищу Бобал-ин появляются заросли из *Cotinus coggygria*, встречающейся спорадически и выше по ущелью вплоть до развилки тропы перед так называемой «цементированной осыпью». В этом месте, на сравнительно пологом склоне, скумпия образует довольно сомкнутые и чистые насаждения.

На скальных выходах повсеместно до высоты 1400 м произрастает кустарник *Tragacantha denudata*. В трагакантниках эдификатором выступает именно этот вид [17]. Другой вид колючих астрагалов (*Tragacantha aurea*) встречается значительно реже. Трагакантники широко распространены по левобережным склонам долин Чанты Аргуна, Ассы и Армхи. На седловине одного из южных отрогов Басты-Лама (топографически выше урочища Голицан) они прослеживаются до высоты 1400 м. Особенно развиты трагакантники на крутых слабозадернованных южных склонах Басты-Лама вокруг тропы, проложенной в сланцах от «цементированной осыпи» к устью Бастыхи. Иногда колючие астрагалы встречаются и на правобережном склоне долины (близ с. Мухмерки, Пакоч и др.).

Субальпийский пояс в основном образован луговыми ценозами (разнотравно-злаковыми, злаковыми, разнотравными и осоковыми). Почти повсеместно в травостое субальпийских лугов доминируют *Festuca varia* и *Bromopsis variegata*; к ним примешиваются *Calamagrostis arundinacea* и *Phleum montanum*. Кроме злаков встречаются *Betonica macrantha*, *Pyrethrum coccineum*, *Inula orientalis*, *Heracleum asperum*, *Anemone fasciculata*, *Pulsatilla albana*, *Trollius ranunculinus*, *Scabiosa caucasica*, *Cephallaria gigantea*, *Ranunculus caucasicus*, *Primula macrocalyx*, *Polygonum carneum* и др.

В нижней части субальпийского пояса сплошные заросли может образовывать *Rhododendron luteum*, широкое распространение которого связывают с лесоистреблением [18]. Другой возможной причиной его распространенности является перевыпас скота. В пределах этого пояса имеются низкоствольные березовые леса (*Betula raddeana*, *B. litwinowii*, *B. pendula*), в которых встречается *Sorbus aucuparia*. Последняя отмечена нами в ущелье Пещу (правый приток р. Гещичу) и на левобережном склоне ущелья Дюршни-хи (правый приток р. Кериго), где образует довольно чистые насаждения, и разрозненно в ущельях Хахичу и Хачирой-эрк.

В переходной полосе между субальпийскими и альпийскими лугами и вдоль верхней границы березовых лесов встречаются заросли *Rhododendron caucasicum*. Они распространены в ущелье Кей, вблизи ледниковых массивов Тебулос-Мта, Донос-Мта и Диклос-Мта и на хребте Цорейлам. Заросли этого кустарника отмечены нами на водоразделе между бассейнами Чанты и Шаро-Аргуна (невдалеке от совхоза «Альпийский»), в истоках ущелья Хачирой-эрк, на повороте верхнелесной тропы из ущелья Хахичу в Майстинское, и в урочище Цакельчу. Особенно впечатляют густые заросли рододендрона кавказского в ущелье Майстыхи, к югу от развалин с. Туга. Эти заросли расположены уже в пределах альпийского пояса.

Принципы отбора видов, нуждающихся в охране обсуждались в литературе неоднократно. Подходы разных авторов к проблеме неодинаковы. Мы присоединя-

емя к мнению [19], которые считают подлинно научную, продуманную инвентаризацию флор (включая высшие и низшие растения), составление карт ареалов и подготовку аннотированных списков базовой работой для установления видов, нуждающихся в охране. А в вопросе отбора видов следуем тем, кто вместе с Галушко А.И. (1974) считает, что первостепенной охране подлежат региональные эндемы, независимо от того в каком положении они находятся, а потом группы растений, рекомендуемые “Red Data Book” и указанные в программе-инструкции по организации охраны ботанических объектов [19]. Таким образом, говоря об исследуемой флоре, к числу видов, нуждающихся в охране, следует отнести все эндемики, реликты, виды, для которых данный район “locus classicus” или здесь проходит граница ареала, а также виды, редкие независимо от этих статусов. В нашем списке всего таких видов насчитывается 87. Необходимость их охраны определяется тем, что:

- многие из растений этой группы представлены малочисленными популяциями;
- узкая экология ряда видов тесно связывает их с физическим состоянием и химическим составом субстратов;
- климатические трансформации последних лет, меняя среду, ставят под угрозу существование некоторых видов;
- расширяются площади, используемые в хозяйственной деятельности, в том числе за счет местообитаний редких видов.

Один и тот же вид в нашем списке может быть причислен к разным группам видов, нуждающихся в охране. Так, например, *Amberboa glauca*, *Campanula ossetica*, *Caragana grandiflora*, *Cerasus incana*, *Colutea orientalis*, *Gentiana grossheimii*, *Medicago daghestanica*, *Rhaponticum pulchrum* и некоторые другие виды, будучи реликтами разного ранга, одновременно имеют в районе наших исследований пограничные к их общему ареалу популяции. Другие виды (*Dentaria bipinnata*, *Primula bayernii*, *Saxifraga columnaris*), будучи редкими в силу своей экологической стенотопности, также формируют в этой области малочисленные пограничные популяции. К тому же, эти популяции крайне неустойчивы и достаточно часто подвергаются резким численным колебаниям.

Из видов, рекомендуемых нами к охране, только *Anacamptis pyramidalis*, *Betula raddeana*, *Fritillaria orientalis*, *Orchis coriophora*, *Orchis ustulata*, *Petrocoma hoefftiana*, *Saxifraga columnaris*, *Stipa pinnata*, *Stipa pulcherrima*, *Traunsteinera sphaerica* в настоящее время имеют статус официально охраняемых, т.е. включены в Красные книги ЧР и РФ.

К числу эндемичных для области аридных котловин восточной части Северо-Юрской депрессии относятся 7 видов (*Isatis pseudoararatica*, *Jurinea annae*, *Primula darialica*, *Primula zeylamica*, *Psephellus pseudoandinus*, *Rosa valentinae*, *Saxifraga charadzae*). Ареалы этих видов локализованы в пределах одной из котловин или приурочены к каким то специфическим условиям обитания. Общим для всех этих эндемиков является то, что все они могут быть отнесены к более или менее облигатным кальцефитам. Если быть более точным в своих оценках, данная группа видов может считаться эдемичной для известнякового Скалистого хребта.

Наибольшую по численности группу видов, нуждающихся в охране, составляют виды, у которых в районе наших исследований проходит граница ареала. Это такие виды, как *Botriochloa caucasica*, *Iris colchica*, *Petrocoma hoefftiana*, *Pulsatilla andina*, *Clematis integrifolia*, *Saxifraga columnaris*, *Medicago daghestanica*, *Caragana grandiflora*, *Omphalodes rupestris*, *Rhaponticum pulchrum*, *Psephellus prokhanovii* и др. – всего 37 видов.

Вторую по численности группу видов составляют таксоны, глобально редкие по всему своему ареалу, или же они редки в регионе Северного Кавказа: *Aetheorappus pulcherrimus*, *Allium oreophilum*, *Aquilegia caucasica*, *Botrychium lunaria*, *Dentaria bipinnata*, *Fritillaria orientalis*, *Orchis sanasunitensis*, *Orchis triphylla*, *Primula bayernii*, *Rhamnus depressa*, *Saxifraga columnaris* – всего 24 вида. Причин, лимитирующих их естественный ареал много, но самые главные из них, на наш взгляд, – это низкая их



конкурентоспособность в своих естественных местообитаниях и стенотопность в отношении экологических ниш.

Видов, являющихся систематическими, географическими или климатическими реликтами насчитывается 19 (*Adoxa moschatellina*, *Amberboa glauca*, *Artemisia salsoloides*, *Campanula ossetica*, *Caragana grandiflora*, *Cephalaria balkharica*, *Cephalaria dagestanica*, *Gadelia lactiflora*, *Gentiana grossheimii*, *Medicago daghestanica*, *Omphalodes rupestris*, *Onosma armeniaca*, *Psephellus prokhanovii*, *Rhamnus depressa*, *Rhaponticum pulchrum*, *Rhododendron caucasicum*, *Tephrosia subfloccosa*). Редкость большинства из них определяется, как правило, несоответствием общего физико-географического режима среды экологическим потребностям видов и их биологии. Воздействия же антропогенного характера еще более усугубляют их положение. В истории Кавказа неоднократно сменяли друг друга разные климатические эпохи, которые сопровождались соответствующими флористическими изменениями. Для установления этапов флорогенеза и истории природы в целом одинаково важны разные группы реликтов: ледниковые, ксеротермические, мезофильные. Поэтому сохранение реликтов как важных палеоэкологических реперов – одна из задач охраны растений в данном районе.

Климатические трансформации – это факт, с которым надо считаться. Галушко А.И. [20] пришел к выводу о существовании в последние годы тенденции к аридизации. Он отмечает, что в Приэльбрусье наблюдается сдвиг полосы распространения *Rhododendron caucasicum* и *Betula pendula*, исчезновение болот с *Pentaphylloides fruticosa*. Такая тенденция пагубно сказывается на судьбе большинства мезофильных реликтов.

Бережное отношение необходимо к 11 видам, “locus classicus” которых находятся в районе наших исследований: *Campanula argunensis*, *Isatis pseudoararatica*, *Mandenovia komarovii*, *Merendera ghalghana*, *Potentilla ghalghana*, *Primula darialica*, *Primula zeylamica*, *Psephellus prokhanovii*, *Rosa valentinae*, *Saxifraga charadzae*, *Scutellaria leptostegia*, *Sedum argunense*, *Taraxacum ghalganum*.

Таким образом, предгорная флора лесов некоторых районов Восточного Кавказа насчитывается 87 видов, нуждающихся в охране. В их числе 7 эндемиков, 19 реликтов, 37 видов, для которых в этом районе проходит граница ареала, 24 глобально редких видов, 11 видов с «locus classicus» в исследуемом районе.

Большинство видов, упомянутых в данной статье, не являются официально охраняемыми. Поэтому мы считаем необходимым, рекомендовать их к включению в региональные списки охраняемых растений.

Список литературы

1. Акинфиев И.Я. Флора Центрального Кавказа. Ч.1. // Труды общества испытателей природы при Харьковском ун-те. 1894б. Т. 27. – С. 123-332.
2. Краснов А. Н. Кавказские цепи гор, параллельные Главному хребту, и их роль в группировке лесной и степной флоры Западного Кавказа // Тр. общ. испыт. природы при Харьк. унив., 1894. – Т. 28. – 267 с.
3. Буш Н.А. Ботанико-географический очерк России. Кавказ. Петроград, 1923. – 23 с.
4. Буш Н.А. Ботанико-географический очерк Кавказа. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1935. – 108 с.
5. Галушко А.И. К флоре аридных склонов окрестностей Итум-Кале // Флора и растительность Восточного Кавказа: Сб. статей / Под ред. А.И. Галушко. - Орджоникидзе, 1974. – С. 5-22.
6. Галушко А.И. Растительный покров Чечено-Ингушетии. – Грозный: Чечено-Ингушское кн. изд-во, 1975. – 117 с.
7. Иванишвили М.А. Об элементе флоры и некоторых принципах классификации ареалов // Известия АН Груз. ССР. Серия биологии. Т.1, вып.3, 1975. – С. 201-209.
8. Гроссгейм А.А. Растительный покров Кавказа. – М.: Изд-во МОИП, 1948. – 267 с.
9. Харадзе А.Л. Эндемичный гемиксерофильный элемент высокогорий Большого Кавказа // Проблемы ботаники: Материалы по изучению флоры и растительности высокогорий. – М.–Л.: Изд-во АН СССР, 1960. – Т. 5. – С. 115–126.



10. Харадзе А.Л. Эндемичный, гемиксерофильный элемент высокогорий Большого Кавказа // Проблемы ботаники. Т.5. – М.; Л., 1960. – С. 115–126.
11. Кузнецов Н.И. Результаты ботанико-географического исследования Кавказа // СПТб, 1891. – 190 с.
12. Кузнецов Н.И. Принципы деления Кавказа на ботанико-географические провинции // Записки Императорской АН по физ.-мат. отд. Т.24, вып.1, 1909. – 174 с.
13. Шифферс Е.В. Растительность Северного Кавказа и его природные кормовые угодья. – М. - Л.: Изд-во АН СССР, 1953. – 396 с.
14. Чиликина Л.М., Шифферс Е.В. Очерк растительности Дагестанской АССР и ее природных кормовых угодий // Сб.: Природная кормовая растительность Дагестана. Т.2. – Махачкала, 1960. – С. 8-88.
15. Львов П. Л. Краткий очерк растительного покрова Дагестана // Ученые записки Дагпединститута, вып. 2. – Махачкала, 1956. – С. 93-105.
26. Кузнецов Н.И. Нагорный Дагестан и значение его в развитии флоры Кавказа. Известия РГО. Т. 46, вып.6-7, 1910. – С. 213-280.

FLORA OF WOODS OF SOME FOOTHILL AREAS OF EAST CAUCASUS

M.A. Taisumov
M.A.-M. Astamirova
S.A. Israpilova
T.Z. Gadaeva

Chechen State Pedagogical Institute

In article data on wood foothill flora of East caucasus, and also data on 87 kinds needing protection are resulted. Among them 7 rare plants, 19 relicts, 37 kinds for which in this area there passes area border, 24 are global rare species, 11 kinds with «locus classicus» in investigated area.

Key words: East caucasus, relicts, rare plants.



УДК 634.75; 631.526(571.56)

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЯКУТСКИХ ПОПУЛЯЦИЙ ЗЕМЛЯНИКИ ВОСТОЧНОЙ

Е.П. Васильева¹**В.И. Белевцова¹****В.Н. Сорокопудов²**

¹ Якутский НИИСХ СО РАСХН,
677001, г. Якутск, ул. Бестужева-
Марлинского, 23/1

e-mail: agronii@mail.ru

² НИУ «БелГУ», 308015, г. Белгород,
ул. Победы, 85

e-mail: sorokopudov@bsu.edu.ru

В Якутии произрастает один вид земляники – земляника восточная (*Fragaria orientalis* Los.), главным достоинством которой является очень высокая зимостойкость. В статье представлены результаты научных исследований по изучению морфологии интродуцированных образцов якутских популяций земляники восточной.

Ключевые слова: *Fragaria orientalis*, морфология, Якутия, интродукция земляники восточной.

Садовая земляника является широко распространенной ягодной культурой. Она ценится за легкость вегетативного размножения, скороплодность, ранний срок созревания, десертный вкус, высокие лечебные и профилактические свойства.

В настоящее время насчитывается большое количество сортов, однако лишь единицы из них отвечают требованиям производства и потребителя [1, 3]. Для Якутии ввиду отсутствия как сортов местной селекции, так и районированных, наиболее актуальна проблема создания адаптированных сортов, сочетающих высокую зимостойкость, продуктивность и качественные показатели.

Материалы и методика

Исследования по изучению якутских популяций земляники восточной проводились в плодово-ягодном питомнике ГНУ Якутского НИИ сельского хозяйства, который расположен на Селекционной станции г. Покровска Хангаласского улуса в 75 км от г. Якутска.

Почвы плодово-ягодного питомника мерзлотные, дерново-лесные, низкоплодородные, имеют щелочную реакцию с невысоким содержанием гумуса (3,5%). Морфологическое описание проводилось согласно «Методике проведения испытаний на отличимость, однородность и стабильность земляники» (1999).

Результаты

Дикорастущий вид земляники *Fragaria orientalis* Los., несмотря на его распространенность в Амурской области, Забайкалье, Западной и Восточной Сибири, на Алтае в культуре почти не встречается, хотя этот вид земляники отличается высокой зимостойкостью, иммунитетом, продуктивностью и отличными вкусовыми качествами плодов. В Якутии, как дикорастущий, используется крайне редко, в культуре – недостаточно и малоизучен. Как исходный материал для селекции, якутские популяции *F. orientalis* при создании адаптированных высокопродуктивных сортов для Якутии представляют ценные исходные формы.

Земляника восточная (*F. orientalis*) в Якутии повсеместно распространена в западной, восточной, центральной и менее в южной ее части.

Изучение интродуцированных образцов якутских популяций земляники восточной в Якутском НИИСХ начато в 1999 г. Коллекция местных популяций земляники восточной, представленная 15 образцами из различных эколого-географических районов республики, где неоднородность климата которых проявляется в неравномерном распределении годового количества осадков и теплообеспеченности и включает отборы 4 зоны (таблица).



Таблица 1

Агроклиматическая характеристика зон отбора *Fragaria orientalis* Los.

№	Зоны	Районы	Вегетационный период, дней	Среднегодовая t°С	Сумма активных температур, t°С	Среднегодовая сумма осадков, мм
1	Пригородная	Хангаласский улус (уч. Селекционная I, II, III, с. Улахан Ан, с. Синск, с. Булгунняхтах)	124-130	-10	1200-1400	200-250
2	Заречная	Амгинский улус (с. Амга, с. Мэндиги I, II) Мегино-Кангаласский улус (с. Хоробут) Усть-Алданский улус (с. Борогонцы, с. Дюпся)	120-130	-10,2...-12,2	1400-1600	200-220
3	Вилуйская	Верхневилуйский улус (с. Балаганнаах) Горный улус (с. Бердигестях)	115-120	-9,2...-11,2	1000-1400	210-280
4	Олекмо-Ленская	Олекминский улус (г. Олекминск)	124-130	-5,7...-6,7	1400-1600	240-380



Пригородная зона представлена популяциями Хангаласского улуса из 6 эколого-географических районов. Климатические условия Пригородной зоны, где изучаются отобранные образцы (Селекционная), наиболее благоприятны для растениеводства. Почти вся территория зоны находится в пределах теплого агроклиматического района и только периферийная часть ее относится к умеренному агроклиматическому району. Продолжительность периода с температурой $+10^{\circ}\text{C}$ составляет 90-100 дней, сумма активных температур – 1200-1400 $^{\circ}\text{C}$. Продолжительность вегетационного периода составляет – 124-130 дней. Длительность безморозного периода в воздухе в зависимости от рельефа местности колеблется от 65 до 151 дней. Годовые суммы осадков равны 200-250 мм, из них за летний период выпадает не более 90-130 мм.

Вилуйская зона представлена образцами из Горного и Верхневилуйского улусов. Вся территория Вилуйской зоны находится в пределах умеренно теплого агроклиматического района. Продолжительность периода с температурой выше $+10^{\circ}\text{C}$ на преобладающей территории составляет 80-90 дней. Сумма активных температур за этот период – 1000-1400 $^{\circ}$. Вегетационный период длится 115-120 дней. Продолжительность безморозного периода – около 100-129 дней. Возможность заморозков не исключена в течение всего лета. В течение года выпадает 210-280 мм осадков.

Из Заречной зоны популяции земляники были собраны из Мегино-Кангаласского, Амгинского и Усть-Алданского улусов и представляют 6 эколого-географических районов. Зона отличается более теплым вегетационным периодом и небольшим количеством осадков. Заречная зона занимает юго-восточную часть республики. Суммы тепла за период с температурой выше $+10^{\circ}\text{C}$ в долинах рек Лена, Алдан и Амга колеблются от 1400 до 1600 $^{\circ}$. Продолжительность вегетационного периода 120-130 дней, безморозного периода – 65-90 дней. Годовое количество осадков – 200-220 мм, из которых свыше 105-160 мм приходится на теплый период.

Олекмо-Ленская зона представлена популяцией земляники из Олекминского улуса. Олекмо-Ленская зона занимает юго-западную часть республики. Она отличается от других зон более теплой зимой и большим количеством осадков, поэтому климатические условия территории наиболее благоприятны для растениеводства. Продолжительность вегетационного периода – 124-130 дней. Средняя продолжительность безморозного периода в зоне равна 78-103 дням. Сумма активных температур выше $+10^{\circ}\text{C}$ в долине реки Лены колеблется от 1400 до 1600 $^{\circ}$. Годовое количество осадков составляет 240 мм на востоке и 380 – на западе зоны. Максимальное количество осадков приходится на теплый период года (195-200 мм).

Согласно описанию П.М. Жуковского [2], земляника восточная – это многолетнее травянистое растение высотой до 20 см, с коротким корневищем, длинными и тонкими усам, стебель прямостоячий, густо опушенный; листья снизу сильно опушены, листочки овально-ромбические с глубоко надрезанными зубцами. Соцветие малоцветковое, цветки крупные, обычно обоеполые. Плод конический или овальный, красный. Установлено: продолжительность жизни форм якутских популяций земляники может достигать нескольких лет (7-8), продуктивный же возраст строго ограничен 2 годами. У всех изучаемых образцов шаровидный габитус куста и прямостоячий стебель.

Согласно описанию П.М. Жуковского [2], земляника восточная – это многолетнее травянистое растение высотой до 20 см, с коротким корневищем, длинными и тонкими усам, стебель прямостоячий, густо опушенный; листья снизу сильно опушены, листочки овально-ромбические с глубоко надрезанными зубцами. Соцветие малоцветковое, цветки крупные, обычно обоеполые. Плод конический или овальный, красный.

В ходе проведенных исследований установлено: продолжительность жизни интродуцированных форм якутских популяций земляники восточной может достигать нескольких лет (7-8), продуктивный же возраст строго ограничен 2 годами. У всех изучаемых образцов шаровидный габитус куста и прямостоячий стебель.

В начале 1-го года жизни розетка из немногочисленных листьев приподнята, насчитывает 2-5 рожков и столько же цветоносов, значительно превышающих высоту листьев. У растений второго года жизни среднее число рожков достигает 30, возможное же число цветоносов на одном растении может превышать 100 шт.

Биометрические измерения показали, что самые низкие – кусты Амгинских популяций – 11-20 см, высота Усть-Алданской, Мегино-Кангаласской и Хангаласской популяций – 18-23 см.

Окраска верхней стороны листа у всех популяций зеленая, в течение же вегетационного периода у некоторых популяций она может меняться от зеленой до темно-зеленой (Верхневилуйская, Олекминская, Усть-Алданская, Горная популяции).

Листья у всех популяций средних размеров, в начале вегетации развернутые и остаются таковыми до конца вегетации, за исключением Хангаласской (Селекционная, Синск, Булгунняхтах), Амгинской (Амга), Олекминской, Верхневилуйской и Горной популяций, у которых в августе происходит сворачивание листьев в виде лодочек, что является их характерной особенностью. У образцов всех популяций форма среднего листочка ромбическая, длина среднего листочка больше его ширины (в среднем 7,0:4,2 см).

Цветоносы у всех популяций тонкие, находятся выше уровня листьев. У Хангаласской (Селекционная, Булгунняхтах), Амгинской (Мэндиги), Горной популяций – полупоникие, у остальных – прямостоячие. Опушение цветоносов отстоящее. Форма соцветия – раскидистая (дихазий).

Цветки у всех популяций обоеполые. В строении цветка отмечены различия в размере чашечки относительно венчика. Так, размер чашечки относительно венчика одинаковый у образцов Хангаласской группы (Селекционная, Улахан Ан, Булгунняхтах), Амгинской (Амга), Горной, Верхневилуйской, Олекминской, Усть-Алданской; больше – у Хангаласской (Синск,), Амгинской (Мэндиги), Усть-Алданской (Дюпся) и меньше у Усть-Алданской (Борогонцы) и Мегино-Кангаласской популяций. Перекрывающиеся лепестки встречается у образцов Усть-Алданской (Дюпся) и Мегино-Кангаласской популяций, у остальных популяций лепестки – касающиеся. Цветки у образцов популяций различаются по ширине лепестка относительно длины: ширина лепестка относительно длины больше у образцов всех Хангаласских популяций, у остальных – длина равна ширине.

Существенные различия наблюдаются в форме и массе ягод. Овальную форму ягод имеют образцы из Хангаласского улуса (Селекционная, Улахан Ан, Синск), Олекминского и Мегино-Кангаласского и все образцы из Амгинского улусов; округлая форма ягод у образцов Хангаласской (Селекционная, Булгунняхтах), Горной, Верхневилуйской, Усть-Алданской (Борогонцы) популяций; цилиндрическая форма ягод встречается только у образцов из Усть-Алданской (Дюпся) популяции. Разнообразием форм ягод отличаются образцы из Мегино-Кангаласского улуса: среди округлой и овальной форм встречаются ягоды сердцевидной, уплощенно-округлой, почковидной формы. Наибольшая масса ягод отмечена у Мегино-Кангаласской популяции – 3,7, наименьшая – Усть-Алданской (Борогонцы) – 1,4 г.

Различия наблюдаются в степени выраженности зоны без семян. Узкую зону без семян имеют ягоды образцов Амгинской (Амга), Горной и Верхневилуйской, Олекминской и Хангаласской (Селекционная, Улахан Ан, Синск) популяций; среднюю – Амгинская (Мэндиги), Усть-Алданская (Борогонцы, Дюпся), Хангаласская (Булгунняхтах) популяции; широкую только у образца Мегино-Кангаласской популяции.

Размер чашечки относительно диаметра ягоды меньше отмечен только у образца Горной популяции, у всех остальных – больше. У образцов Хангаласской (Селекционная, Булгунняхтах), Амгинской (Амга) и у Верхневилуйской популяций чашечка ягод находится в углублении, у остальных популяций – на уровне ягоды.

У всех образцов семечки на ягоде расположены поверхностно, окраска семечек желтая, мякоть ягоды – беловатая, сердцевина – белая. Полость в центре ягоды отсутствует. Красная окраска мякоти распространена только по краю. Стержень в мякоти отсутствует. Вкус ягод отличный, аромат ярко выражен.



Выводы

Таким образом, несмотря на принадлежность популяций одному виду, у земляники восточной выявлены существенные морфологические различия в строении цветка, форме и массе ягод.

Список литературы

1. Бурмистров А.Д. Ягодные культуры. – Л., 1985. – 272 с.
2. Жуковский П.М. Культурные растения и их сородичи – Государственная изд-во «Советская наука», 1950. – 350 с.
3. Кичина В.В. Генетика и селекция ягодных культур. – М., 1984 – 278 с.

MORPHOLOGICAL FEATURES OF THE YAKUT POPULATIONS OF WILD STRAWBERRY EAST

E.P. Vasileva¹
V.I. Belevtcova¹
V.N. Sorokopudov²

¹State scientific institution Yakut Scientific Research Institute of Agriculture of Russian Academy of Agricultural Science, 677001, Yakutsk, Bestujev-Marlinsky St. 23/1

e-mail: agronii@mail.ru

²Botanic garden of Belgorod State University, 308015, Belgorod, Pobedy St. 85

e-mail: sorokopudov@bsu.edu.ru

In Yakutia one kind of wild strawberry – wild strawberry east (*Fragaria orientalis* Los.) which main advantage is very high winter hardiness. In article results of scientific researches on morphology studying интродуцированных samples of the Yakut populations of wild strawberry east are presented.

Key words: *Fragaria orientalis*, morphology, Yakutia, an introduction of wild strawberry east.

УДК 634.75; 631.526(571.56)

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ УРОЖАЙНОСТИ ОБРАЗЦОВ ДИКОРАСТУЩИХ ПОПУЛЯЦИЙ *FRAGARIA ORIENTALIS* LOS. ПРИ ИНТРОДУКЦИИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ РАЙОНОВ ОТБОРА В УСЛОВИЯХ ЯКУТИИ

Е.П. Васильева
В.И. Белевцова

Якутский НИИСХ СО РАСХН,
677001, г. Якутск,
.Бестужева-Марлинского, 23/1
e-mail: agronii@mail.ru

Установлено, экологические ресурсы районов отбора дикорастущих популяций *Fragaria orientalis* Los. отличаются тепло - влагообеспеченностью в период вегетации растений: Верхневилуйский и Горный улусы отличаются сравнительно высокой влагообеспеченностью и недостатком тепла, Амгинский улус – умеренной тепло-влажностной обеспеченностью; в Мегино-Кангаласском и Усть-Алданском улусах отмечена высокая теплообеспеченность при недостатке влаги; Олекминский улус по сравнению с Хангаласским улусом, где проходят испытания интродуценты, имеет наиболее высокую тепло- и влагообеспеченность. За годы исследований по урожайности выделились образцы популяций из Верхневилуйского, Мегино-Кангаласского и Горного улусов, имеющие в среднем урожайность 100 г с куста и выше.

Ключевые слова: *Fragaria orientalis*, отбор, Якутия, интродукция, урожайность.

Введение

В Якутии произрастает один вид земляники – *Fragaria orientalis* Los. (земляника восточная). Земляника является распространенной ягодной культурой, легко размножается вегетативно, скороплодна, рано созревает, ягоды десертного вкуса имеют высокие лечебные свойства [1, 2].

В настоящее время насчитывается большое количество сортов, однако лишь единицы из них отвечают требованиям производства и потребителя. В Якутии отсутствуют сорта местной селекции, районированные, поэтому актуальна проблема создания адаптированных сортов, сочетающих высокую зимостойкость, продуктивность и качественные показатели.

Материалы и методика

Исследования по изучению якутских популяций земляники восточной проводились в плодово-ягодном питомнике ГНУ Якутского НИИ сельского хозяйства, который расположен на Селекционной станции г. Покровска Хангаласского улуса в 75 км от г. Якутска.

Почвы плодово-ягодного питомника мерзлотные, дерново-лесные, низкоплодородные, имеют щелочную реакцию с невысоким содержанием гумуса (3,5%). Морфологическое описание проводилось согласно «Методике проведения испытаний на отличимость, однородность и стабильность земляники» (1999).

Коллекция местных популяций земляники восточной включает отборы из 4 зон: Пригородной, Вилуйской, Заречной, Олекмо-Ленской и представлена 15 образцами из различных эколого-географических районов республики.

Пригородная зона представлена популяциями Хангаласского улуса из 6 эколого-географических районов. Климатические условия Пригородной зоны, где изучаются отобранные образцы (Селекционная), наиболее благоприятны для растениеводства. Почти вся территория зоны находится в пределах теплого агроклиматического района и только периферийная часть ее относится к умеренному агроклиматическому району.



Средняя температура января составляет $-43,2^{\circ}\text{C}$ (Якутск). Продолжительность периода с температурой $+10^{\circ}\text{C}$ составляет 90-100 дней, сумма активных температур – 1200-1400 $^{\circ}\text{C}$. Температуры июля почти повсеместно равны $+18\dots+19^{\circ}$, и только на периферии зоны несколько холоднее. Средняя годовая температура составляет минус 10°C . Продолжительность вегетационного периода составляет – 124-130 дней. Длительность безморозного периода в воздухе в зависимости от рельефа местности колеблется от 65 до 151 дней (табл. 1).

Результаты

По данным В.И. Белевцовой [3] на месте проведения исследований (Селекционная) периоды наступления фаз развития земляники зависят от метеоусловий вегетационного периода. Вегетация земляники в среднем возобновляется в период 11 мая – 1 июня, период усообразования приходится на 2-6 июня, цветения – 8 июня-12 июля, созревания – 7 по 27 июля. При этом в период возобновления вегетации сумма температур воздуха выше 5°C составляет 48,0-195,1, усообразования – 185,1-272,5. В фазу цветения сумма температур воздуха выше 10°C равна 171,8-740,4, созревания ягод – 637,2-1090,7. Полное окончание вегетации отмечается в конце сентября.

Местные популяции земляники, привезенные из Горного и Верхневиллюйского улусов, представляют Виллюйскую зону. Вся территория Виллюйской зоны находится в пределах умеренно теплого агроклиматического района. В этой зоне средняя температура января составляет – $38,2^{\circ}$ - $40,9^{\circ}$; средняя июльская – $+16$ - 18°C ; средняя годовая – $9,2$ - $11,1^{\circ}$. Продолжительность периода с температурой выше $+10^{\circ}\text{C}$ на преобладающей территории составляет 80-90 дней. Сумма активных температур за этот период – 1000-1400 $^{\circ}$. Вегетационный период длится 115-120 дней. Продолжительность безморозного периода – около 100-129 дней. Возможность заморозков не исключена в течение всего лета. В течение года выпадает 210-306 мм осадков.

По сравнению с местом испытания образцов (Селекционная) в этих улусах количество осадков больше на 11-45 мм, и в период вегетации земляники приходится 172-176 мм осадков. Продолжительность безморозного периода в Горном улусе короче на 20-22 дня, сумма температур выше 5°C меньше на 50, выше 10°C – 190. В период возобновления вегетации растений недостаток тепла составляет 41°C .

Из Заречной зоны популяции земляники были собраны из Мегино-Кангаласского, Амгинского и Усть-Алданского улусов и представляют 6 эколого-географических районов. Зона отличается более теплым вегетационным периодом и небольшим количеством осадков. Заречная зона занимает юго-восточную часть республики. Территория зоны, прилегающая к долинам рек Лена, Алдан и Амга, относится к теплому агроклиматическому району, а вся остальная – к умеренному. По условиям увлажнения здесь выделяются два подрайона: засушливый и очень засушливый. Первый совпадает с теплым агроклиматическим районом, а второй – с умеренным. Средняя температура июля составляет $+17\dots+18^{\circ}\text{C}$, средняя годовая минус $10,2\dots-12,2^{\circ}\text{C}$. Суммы тепла за период с температурой выше $+10^{\circ}\text{C}$ в долинах рек Лена, Алдан и Амга колеблются от 1400 до 1600 $^{\circ}$. Продолжительность вегетационного периода 120-130 дней, безморозного периода – 65-90 дней. Годовое количество осадков – 200-220 мм, из которых свыше 105-160 мм приходится на теплый период.

Мегино-Кангаласский улус отличается высокой теплообеспеченностью по сравнению с местом испытания образцов (Селекционная). В период возобновления вегетации земляники сумма активных температур выше 5°C составляет 141, усообразования – 271, цветения – 684, чем в Хангаласском улусе соответственно на 19, 29, 70°C . При этом недостаток влаги наблюдается на весь период вегетации земляники, особенно в периоды усообразования и цветения. Соответственно количество осадков в эти периоды составляет 4-5 мм, 60-62 мм.



Таблица 1

**Экологические ресурсы районов отбора дикорастущих популяций *Fragaria orientalis* Los.
(по среднеголетним данным ЯУГМС)**

№ п/п	Локалитет популяций		Высота над уровнем моря, м	Вид краткое обозначение популяции	Среднегодовая температура воздуха, °С	Безморозный период, дней	Солнечное сияние, час/год	Абсолютный минимум температур воздуха, °С	Среднее годовое количество осадков, мм
	Зона	Районы							
1	Пригородная	Хангаласский улус							
		уч. Селекционная I, II, III	116 м	<i>F. orientalis</i> Los.	-10,2	151	2102	-63	261
		с. Улахан Ан			-10,2	151	2102	-63	261
		с. Синск			-8,6	151	2102	-59	304
		с. Булгунняхтах			-10,2	151	2102	-63	261
2	Заречная	Амгинский улус							
		с. Амга	147 м	<i>F. orientalis</i> Los.	-11,1	150	-	-65	268
		с. Мэндиги			-11,1	150	-	-65	268
		Мегино-Кангаласский улус							
		с. Хоробут	147 м	<i>F. orientalis</i> Los.	-10,3	150	2294	-62	251
		Усть-Алданский улус							
		с. Борогонцы	140 м	<i>F. orientalis</i> Los.	-11,6	-	-	-66	262
с. Дюся	-	-			-	262			
3	Виллойская	Верхневиллойский улус							
		уч. Балаганнаах	100 м	<i>F. orientalis</i> Los.	-9,8	129	2091	-63	306
		Горный улус	210 м		-11,1	-	-	-65	272
4	Олекмо-Ленская	Олекминский улус							
		г. Олекминск	223 м	<i>F. orientalis</i> Los.	-6,7	-	1812	-59	327



Олекмо-Ленская зона представлена популяцией земляники из Олекминского улуса. Олекмо-Ленская зона занимает юго-западную часть республики. Она отличается от других зон более теплой зимой и большим количеством осадков, поэтому климатические условия территории наиболее благоприятны для растениеводства. Январская температура в среднем по зоне составляет $-30,1^{\circ}\dots-33,9^{\circ}$. Средние температуры в июле составляют $+17,5^{\circ}\dots+18,7^{\circ}$. Средние годовые температуры колеблются от $-5,7^{\circ}\dots-6,7^{\circ}$. Продолжительность вегетационного периода – 124-130 дней. Средняя продолжительность безморозного периода в зоне равна 78-103 дням. Сумма активных температур выше $+10^{\circ}\text{C}$ в долине реки Лены колеблется от 1400 до 1600°. Высокая теплообеспеченность территории объясняется более южным положением, чем другие зоны. Широта местности, где взяты образцы земляники $60^{\circ}\text{C}43$ с.ш. Годовое количество осадков составляет 240 мм на востоке и 380 – на западе зоны. Максимальное количество осадков приходится на теплый период года (195-200 мм). В период вегетации земляники в среднем выпадает 180 мм осадков, т.е. максимальное количество из рассмотренных улусов.

Продолжительность солнечного сияния в Центральной Якутии не ограничивает рост и развитие растений.

Таким образом, экологические ресурсы районов отбора дикорастущих популяций *Fragaria orientalis* Los. отличаются тепло - влагообеспеченностью в период вегетации растений. Верхневиллюйский и Горный улусы отличаются сравнительно высокой влагообеспеченностью и недостатком тепла, Амгинский улус - умеренной тепло - влагообеспеченностью. В Мегино-Кангаласском и Усть-Алданском улусах отмечена высокая теплообеспеченность при недостатке влаги. Только Олекминский улус по сравнению с Хангаласским улусом, где проходят испытания интродуценты, имеет наиболее высокую тепло- и влагообеспеченность.

Для населения республики, испытывающего неблагоприятные воздействия экстремальных факторов, как природных, так и социальных, исключительную ценность представляют экологически безопасные, с высокой биологической активностью и витаминностью ягоды местного производства. В связи с этим возникла необходимость создания адаптированных высокопродуктивных сортов для Якутии.

Главным критерием ценности сорта является его высокая и стабильная по годам урожайность, которая зависит от уровня его адаптации к комплексу неблагоприятных факторов, продуктивности и количества растений на единицу площади.

Установлено, что образцы популяций земляники различаются между собой по урожайности (табл. 2). В 2009 г. наибольшую урожайность показали образцы из Мегино-Кангаласского (82,7 г/куст), Верхневиллюйского (65,4 г/куст) улусов, причем образцы этих популяций лидировали по числу цветков и ягод (табл. 2). На втором году жизни (2010 г.) по урожайности выделились образцы из Горного (157,2 г/куст), Верхневиллюйского (143,3 г/куст), Олекминского (134,8 г/куст) и Усть-Алданского (Дюпся) (134,8 г/куст) улусов. Образцы из Мегино-Кангаласского улуса выпали из числа лидеров – это связано с тем, что в 2010 г. растения имели сильное повреждение земляничным клещем.

Таблица 2

Урожайность образцов земляники, 2009-2010 гг.

Наименование мест происхождения	Урожайность, г на 1 куст		
	2009 г.	2010 г.	среднее
Хангаласский улус, уч. Селекционная	28,2	77,8	53,0
Хангаласский улус, уч. Селекционная	33,8	64,3	49,0
Амгинский улус, с. Амга	26,2	88,1	57,1
Амгинский улус, с. Мэндиги	30,5	96,2	63,3
Горный улус	44,3	157,2	100,7
Верхневиллюйский улус, уч. Балаганнаах	65,4	143,3	104,3
Олекминский улус	42,5	134,8	88,6
Усть-Алданский улус, с. Борогонцы	27,2	118,4	72,8
Хангаласский улус, с. Улахан Ан	16,7	99,8	58,2



Хангаласский улус, с. Синск	18,2	121,1	69,5
Усть-Алданский улус, с. Дюпся	45,6	133,4	89,5
Хангаласский улус, с. Булгунняхтах	17,4	78,0	47,7
Мегино-Кангаласский улус, с. Хоробут	82,7	121,6	102,1
Амгинский улус, с. Мэндиги	26,9	47,2	37,0
Хангаласский улус, уч. Селекционная	18,8	61,2	40,0

Выводы

1. Экологические ресурсы районов отбора дикорастущих популяций *Fragaria orientalis* Los. отличаются тепло- и влагообеспеченностью в период вегетации растений: Верхневилуйский и Горный улусы отличаются сравнительно высокой влагообеспеченностью и недостатком тепла, Амгинский улус - умеренной тепло – влагообеспеченностью; в Мегино-Кангаласском и Усть-Алданском улусах отмечена высокая теплообеспеченность при недостатке влаги; Олекминский улус по сравнению с Хангаласским улусом, где проходят испытания интродуценты, имеет наиболее высокую тепло- и влагообеспеченность.

2. За годы исследований по урожайности выделились образцы популяций из Верхневилуйского, Мегино-Кангаласского и Горного улусов, имеющие в среднем урожайность 100 г с куста и выше.

Список литературы

1. Бурмистров А.Д. Ягодные культуры. – Л., 1985. – 272 с.
2. Кичина В.В. Генетика и селекция ягодных культур. – М., 1984. – 278 с.
3. Белевцова В.И. Селекционная оценка якутских популяций земляники восточной по комплексу биологических и хозяйственных признаков. //Экологическая безопасность Якутии (материалы науч.-практ. конф. посвящ. 15-летию Института прикладной экологии Севера, Якутск, 7-8 февраля 2008 г.) – Якутск: Изд-во ЯНЦ СО РАН, 2008. – 365-370 с.

ECOLOGICAL ASPECTS OF PRODUCTIVITY OF SAMPLES OF WILD-GROWING POPULATIONS FRAGARIA ORIENTALIS LOS. AT THE INTRODUCTION DEPENDING ON AREAS OF SELECTION IN THE CONDITIONS OF YAKUTIA

E.P. Vasileva
V.I. Belevtcova

State scientific institution Yakut Scientific Research Institute of Agriculture of Russian Academy of Agricultural Science, 677001, Yakutsk, Bestujev-Marlinsky St. 23/1.

e-mail: agronii@mail.ru

It is established, ecological resources of areas of selection of wild-growing populations *Fragaria orientalis* Los. Differ warmly - влагообеспеченностью in vegetation of plants: Verhneviljujsky and Mountain area differ rather high moisture and heat lack, Amginsky улус - moderated warmly – Heat moisture Area; in Megino-Kangalassky and Ust-Aldan area it is noted high heat at a moisture lack; Olekminsky улус in comparison with Hangalassky area where take place tests introduction, has the highest warmly - and. For years of researches on productivity samples of populations from Verhneviljujsky, Megino-Kangalassky and Mountain area, having on the average productivity 100 г from a bush and above were allocated.

Key words: *Fragaria orientalis*, selection, Yakutia, an introduction, productivity.



УДК 633.31/37:633.366:581.41(47+57)

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВИДОВ РОДА *MELILOTUS* MILL. РОССИИ И СОПРЕДЕЛЬНЫХ СТРАН В СВЯЗИ С СИСТЕМАТИКОЙ РОДА

Г.В. Таловина
Т.Н. Смекалова

ГНУ ВНИИР им. Н.И. Вавилова,
190000, С-Петербург,
ул. Большая Морская, 42-44

e-mail: g.talovina@vir.nw.ru;
t.smekalova@vir.nw.ru

Исследованы морфологические признаки 13 видов рода *Melilotus* Mill. для выявления таксономически значимых признаков, используемых в систематике рода, и диагностических признаков, необходимых для разграничения близких видов. Для выявления структуры взаимосвязи морфологических признаков исследованных видов проведен факторный анализ по методу главных компонент. Выделены 2 фактора, которые охватывают более половины от величины изменчивости признаков. Первый фактор имеет наибольшую корреляцию с формой семени и боба, плотностью кисти, формой листочка и его верхушки, относительной высотой растения и длительностью жизненного цикла. Второй фактор проявляется через наличие «ножки» завязи, опушения завязи и боба, соотношение длин частей венчика. Установлено, что изученные виды рода формируют группы, которые существенно отличаются друг от друга по исследованным морфологическим признакам, что дает возможность уточнения системы рода.

Ключевые слова: морфологические диагностические признаки, *Melilotus*, факторный анализ, систематика, таксономическая значимость признаков.

Морфологические признаки таксонов различного ранга важны как для оценки весомости любого признака при классификации родственных групп растений, так и для оценки эволюционной значимости изменений признаков в морфогенезе этих групп, происходящих в ходе филогенеза [3, 8, 17 и др.]. Построению системы должно предшествовать изучение возможно большего числа отдельных структур данного таксона [8, 9 и др.].

Род *Melilotus* на территории России и сопредельных стран (в пределах СССР) представлен 13 видами, объединёнными в 2 подрода: 11 видов входит в типовой подрод (*M. albus* Medik., *M. altissimus* Thuill., *M. arenarius* Grec., *M. dentatus* (Waldst. & Kit.) Pers., *M. hirsutus* Lipsky, *M. officinalis* (L.) Pall., *M. polonicus* (L.) Pall., *M. scythicus* O.E. Schulz, *M. suaveolens* Ledeb., *M. tauricus* (Bieb.) Ser., *M. wolgicus* Poir.), 2 – в подрод *Micromelilotus* O.E. Schulz (*M. indicus* (L.) All., *M. spicatus* (Sm.) Breistr.). Для построения системы рода, уточнения положения в ней отдельных видов и анализа их внутривидовой структуры необходимо изучение максимально возможного числа морфологических признаков вегетативных и генеративных органов и оценка их таксономической значимости.

Виды рода представляют собой одно- или двулетние травы со стержневым корнем. Представители подрода *Micromelilotus* – однолетники; к типовому подроду относятся двулетние виды (для некоторых из них характерны однолетние формы) [6]. Двулетние представители рода – гемикриптофиты, однолетние – терофиты [13]. Главный побег ортотропный. Нижние боковые побеги развиваются гемиотропно (приподнимающиеся). Тип нарастания моноподиальный. Стебли обычно прямые, ветвящиеся; округлые в поперечном сечении; ребристые или вальковатые; выполненные, реже, в нижней части, – полые; голые или коротко опушенные (наиболее опушены в верхней части); у основания и в узлах могут быть окрашены антоцианом; к моменту созревания семян грубеют, в некоторой степени одревесневают. У однолетников стебли тонкие, они могут быть или слабыми, слегка извилистыми (*M. indicus*), или жесткими, прутьевидными (*M. spicatus*). Двулетние виды на второй год

жизни – это растения с различной степенью ветвистости. Формируются 2-5 (у культурных сортов до 15-20) хорошо развитых, выровненных по длине, боковых побега. Нижние ветви могут превышать по длине главный стебель, придавая растению чашеобразную форму (у *M. tauricus*), либо отходят от главного стебля на уровне поверхности почвы (у *M. albus*, *M. officinalis*). Опушенность вегетативных побегов и их антоциановая окраска зависят от характера местообитания и не являются диагностическими признаками. Характер побега, число боковых побегов и их жесткость варьируют, особенно – у широко распространенных видов, произрастающих в различных экологических условиях. Так, В.В. Суворов [7] отмечает, что для *M. albus* и *M. officinalis* характерны стелющаяся, развалистая, чашевидная и прямостоячая формы куста, зависящие от различных условий местообитания (скальные, предгорные, пастбищные, степные и т.д.).

Листорасположение у всех видов рода очередное. Лист сложный тройчатый, со средним листочком, снабженным несколько большим черешочком, чем у боковых листочков. Листочки округлой, обратнойцевидной, эллиптической, ромбической, ланцетной формы, по краям - от цельнокрайних, волнистых до зубчатых, пильчатых. Иногда края листочков на одном растении могут иметь разную степень зубчатости, вплоть до цельнокрайности; это в большей степени характерно для нижних листьев. Форма основания листочка – клиновидная или округло-клиновидная. Верхушка листочка может быть заостренная, округлая, притупленная или выемчатая. Так, для *M. dentatus* характерны листочки эллиптической формы с остропильчатым краем, округло-клиновидным основанием и округлой верхушкой, для *M. polonicus* – ланцетные листочки с 2-6 зубчиками в верхней трети листочка, либо цельнокрайние, основание листочка клиновидное, верхушка – заостренная. Форма листочка, форма его края, верхушки – важные видовые диагностические признаки. Опушение листовой пластинки у всех видов рода наиболее выражено на её нижней стороне, на верхней опушение редкое; черешочки всегда опушены, степень опушенности зависит от местообитания. Прилистники – от ланцетных до шиловидных, от надрезано-зубчатых до цельных; сросшиеся с черешком листа при основании. У представителей подрода *Micromelilotus* – прилистники ланцетные, от цельных до надрезанно-зубчатых, у видов типового подрода – узкие, шиловидные, цельные, за исключением ланцетных, надрезанно-зубчатых у *M. dentatus*; изредка зубчатые - у нижних листьев *M. suaveolens*, *M. officinalis*, *M. albus*, редко – у *M. altissimus*.

У всех представителей рода соцветие – кисть; многоцветковая - - у *M. hisutus*, *M. altissimus* и др., малоцветковая - у *M. arenarius*, *M. polonicus*, *M. spicatus* и др.; густая - у *M. altissimus*, *M. indicus* и др., рыхлая -- у *M. arenarius*, *M. spicatus* и др.; у большинства изученных видов (*M. albus*, *M. altissimus*, *M. dentatus*, *M. officinalis*, *M. suaveolens* и др.) – значительно удлиняющаяся при созревании плодов.

Цветки от 2,5 до 8 мм, на цветоножках, как правило, со временем поникающие либо всегда горизонтально отставленные (*M. spicatus*). Цветоножки по длине равны цветку или короче, только у *M. volgicus* -- длиннее цветка. Чашечка колокольчатая, пятичленная, до половины либо на одну треть разделена на ланцетные, ланцетно-заостренные доли, с более крупной верхней долей, в разной степени опушенная даже в пределах вида, в зависимости от особенностей местообитания. Венчик мотыльковый; желтый, бледножелтый или белый. Лепестки свободные, опадающие либо сохраняющиеся при плоде как у *M. hirsutus* и, изредка, у других видов. Лепестков пять (парус, два крыла и лодочка), соотношение их длин часто используется как видовой диагностический признак [1; 16].

Завязь верхняя, ланцетная, голая или опушенная, вытянутая в столбик с 2-8 семязачатками, сидячая, полусидячая; у некоторых видов (*M. officinalis*, *M. hirsutus*, *M. tauricus*, *M. scythicus*) хорошо выражено вытянутое и суженное основание завязи, названное условно «ножкой» завязи [1, 2]. Семязачаток у всех видов рода кампилотропный. Тычинок 10, ложноодноратственные. Рыльце пестика округлое. Соотношение длин столбика и завязи у разных видов различно: у большинства столбик пре-



вышает завязь в 1,5 раза; у *M. polonicus* столбик меньше завязи в 1,5 раза; у *M. indicus*, *M. dentatus*, *M. arenarius* столбик и завязь равны по длине. Опушенная завязь только у *M. hirsutus*, *M. tauricus*, *M. altissimus*, *M. spicatus*. Виды рода имеют разное число семязачатков. Для надежного различения близких видов *M. officinalis* и *M. suaveolens* предложен метод подсчета числа семязачатков [16]: у *M. officinalis* их 5-7 (редко 4 или 8), а у *M. suaveolens* 2-4 (редко 1).

Пыльцевые зерна у различных видов рода, как правило, – определенной величины, размер пыльцы варьирует: 19,5 – 31,1 нм в длину; 13,0 – 19,5 нм в диаметре [5, 12]; форма овальная и продолговатая. Для рода *Melilotus* свойственна текстурная эктэксина различных типов, а также различные способы примыкания эктэксин к порам [5, 12]. Исследователи, проводившие палинологическое изучение представителей рода *Melilotus*, сходятся во мнении, что данная группа видов является достаточно однородной, хотя всё же есть отличия между видами. Так, при исследовании морфологических признаков пыльцы видов *Melilotus*, произрастающих в Египте (*M. albus*, *M. indicus*, *M. messanensis*, *M. segetalis*, *M. sulcatus*), выявлено, что пыльца *M. albus* по форме, размерам и орнаменту эскины отличается от пыльцы других изученных видов [12]; пыльцевые зерна этого представителя типового подрода имеют трехгранный, трехлопастной вид с полюса и вытянуто-эллиптический с экватора, в отличие от более крупных округлых пыльцевых зерен однолетних видов, входящих в подрод *Micromelilotus*. Поверхность зерен *M. albus* морщинистая, испещренная мелкими углублениями, что определяет её сетчатый рисунок; зерна же однолетних видов также ямчатые, но ямки глубокие и округлые. При исследовании пыльцы 9 видов типового подрода (*M. albus*, *M. dentatus*, *M. hirsutus*, *M. officinalis*, *M. polonicus*, *M. spicatus*, *M. suaveolens*, *M. tauricus*, *M. wolgicus*) установлено, что наиболее мелкой пылью обладают *M. albus* и *M. polonicus*, из них у *M. polonicus* наиболее однородная пыльца [5]. Таким образом, данные палинологии свидетельствуют о диагностической значимости особенностей пыльцевых зерен на уровне подрода. Однако, на сегодняшний день, изучены не все виды рода, что говорит о необходимости дальнейшего исследования признаков пыльцы для уточнения системы рода *Melilotus*.

Плод – боб, длиной от 2-3 мм до 7-8 мм, обратнойцевидный, удлинено-ланцетный, продолговато-ромбический или почти шаровидный, голый или волосистый. Стенка боба черная или зеленовато-, серовато-желтая; сетчато-морщинистая, поперечно-морщинистая, поперечно-складчатая, концентрически-морщинистая. Форма боба и характер его поверхности – диагностические признаки, традиционно используемые на видовом и надвидовом уровнях [4, 7, 14, 15, 16]. Для представителей типового подрода характерны различия в размерах, форме и характере поверхности боба: боб 3-7 мм длиной, обратнойцевидный, эллиптический или ланцетный, сетчатый или поперечно-морщинистый. У видов подрода *Micromelilotus* боб 2,5-5(8) мм длиной, удлинено-шаровидный, морщинистый или ямчато-морщинистый. Некоторые особенности боба используются в качестве диагностических признаков при определении видов: наличие кия у боба – диагностический признак для *M. dentatus*; вытянутого носика – для *M. spicatus*. Бобы невскрывающиеся или почти невскрывающиеся, опадающие вместе с чашечкой и плодоножкой; 1-, реже 2-3-семянные.

Общий план строения семян изученных видов сходен и соответствует общему плану строения семени сем. *Fabaceae*. Семя состоит из спермодермы, зародыша и эндосперма. Зародыш дифференцируется на корешок, гипокотиль, почечку и семядоли. Длина зародышевого корешка составляет у видов рода до 100% и более от длины семядолей. Семядоли – наиболее дифференцированная часть зародыша. Эндосперм скудный, имеет наибольшую толщину в середине латеральной стороны семени. Семена могут быть округлой, яйцевидной или эллиптической формы, шаровидные или в разной степени сплюснутые латерально, их размеры от 1,5 до 3 мм. Крупные уплощенные семена характерны для *M. polonicus*, *M. arenarius*, *M. wolgicus*, мелкие шаровидные – для *M. indicus*, *M. spicatus*.

Цвет семени коричневый, бежевый, желтый, оливковый, бурый, фиолетовый; встречаются формы с двухцветным семенем, с рисунком в виде пятен неопределенной формы. Поскольку размер и окраска семени могут изменяться в зависимости от срока хранения, для диагностики видов используют такие достаточно константные признаки, как ИС (индекс семени - отношение длины к ширине семени) и характер выступа, образуемого верхушкой корешка на поверхности семени [2]. Выступ может быть плавным, округлым, если образуемый выемкой угол выше 90° (*M. albus*, *M. officinalis*, *M. indicus*); ступенчатым, если угол около 90° (*M. altissimus*, *M. hirsutus*, *M. suaveolens*) или резко ступенчатым с углублением, если угол менее 90° (*M. dentatus*, *M. polonicus*, *M. tauricus*).

Поверхность семени может быть блестящая или матовая; ровная, волнистая (подрод *Melilotus*) или бугорчатая (подрод *Micromelilotus*) (.).

В комплексный анализ морфологических признаков донников нами было включено 24 наиболее таксономически важных признака (рис. 1*). Для выявления структуры взаимосвязи морфологических признаков исследованных видов проведен факторный анализ по методу главных компонент. Факторный анализ проведен в соответствии с методикой [10, 11] с помощью программы Statistica 6.0. По итогам факторного анализа среди исследуемых признаков выделены группы сильно скоррелированных с другими признаками (входят в состав четких «факторных плеяд»), т.е. сильно связанных с каким-либо одним фактором. В результате анализа были выделены 2 фактора, охватывающие наибольшую величину изменчивости, связанные с продолжительностью жизненного цикла, количественными и качественными признаками генеративных органов растений, а также качественными признаками вегетативных органов (листочков).

Факторная структура признаков представлена на графике расположения признаков в пространстве двух факторов (рис. 1).

На долю первого фактора (Factor 1) приходится 36% от общей дисперсии признаков. Высокая корреляция с ним оказалась у 9 признаков: форма семени и боба, характер поверхности семени, плотность кисти, форма листочка и его верхушки, форма края листочка, относительная высота растений. Анализ плеяды признаков первого фактора показал, что наибольшая высота растений и продолжительность их жизненного цикла находится в тесной связи с удлиненной формой семени, боба и листочка, рыхлым соцветием, гладкой семенной поверхностью, заостренной верхушкой и мелкозубчатым или цельным краем листочков. Этим признакам, например, соответствуют *M. polonicus*, *M. arenarius*; противоположные признаки имеют *M. indicus*, *M. spicatus*.

Со вторым фактором (Factor 2) связана изменчивость таких признаков как наличие «ножки» завязи, опушение завязи и боба, соотношение длин частей венчика. Этот фактор включает в себя 21% от общей дисперсии признаков. Изучение группы признаков второго фактора показало, что наличие ножки завязи и равных между собой частей венчика коррелирует с опушением завязи и боба. Так, опушение завязи и боба, наличие ножки завязи и равные доли венчика в наибольшей степени характерны для *M. hirsutus*, *M. tauricus* и *M. altissimus*. Противоположное значение этих признаков характерно для *M. dentatus* и *M. indicus*, находящихся в другом конце шкалы действия данного фактора.

На рисунке 2 представлено распределение видов рода *Melilotus* по комплексу исследованных признаков в пространстве двух факторов.

Рассматривая распределение изученных видов *Melilotus* в системе двух факторов, можно заметить, что виды со сходными морфологическими признаками располагаются группами.

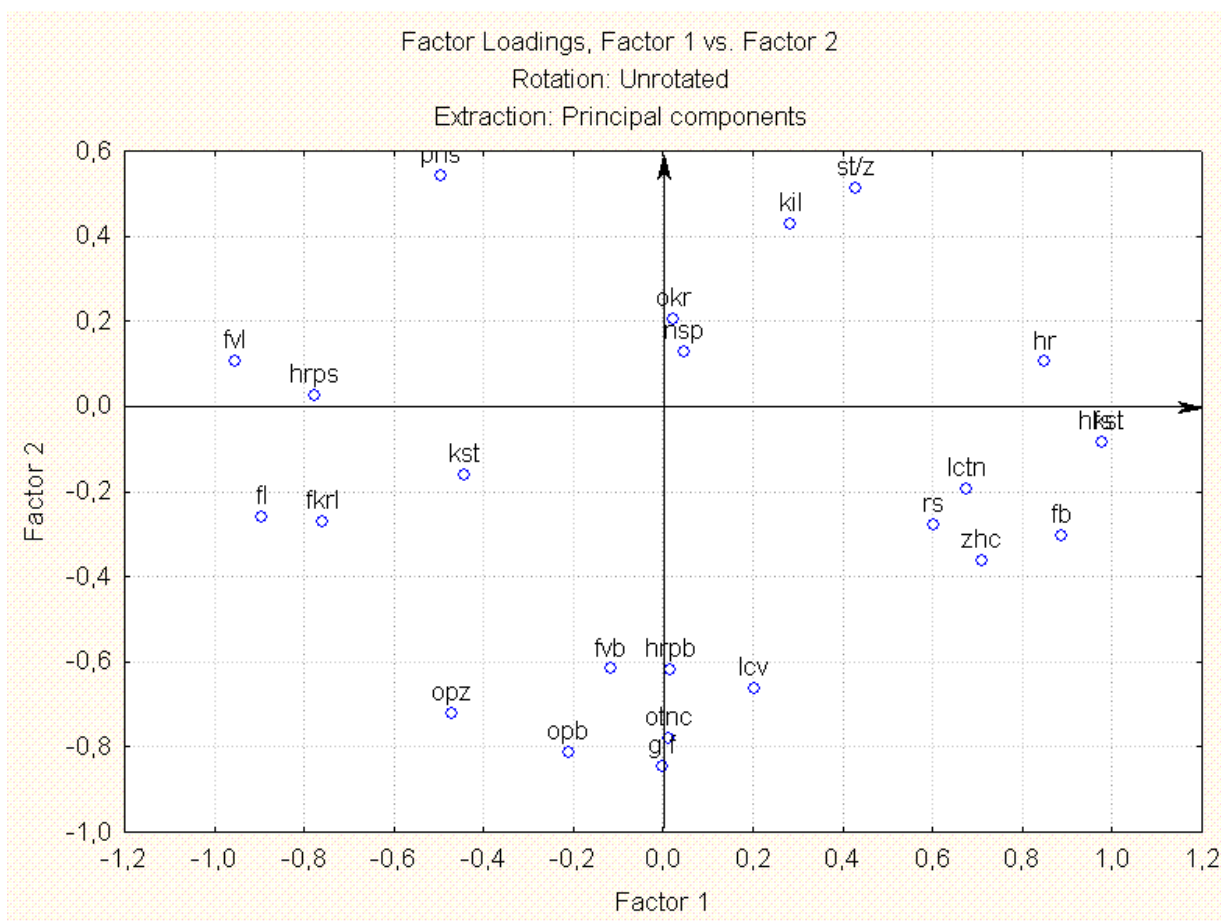


Рис. 1. Распределение признаков* в пространстве двух факторов

*(zhc – продолжительность жизненного цикла; hr – высота растения; kst – количество цветков в кисти; hkst – плотность кисти; lctn – отн. длина цветоножки; lcv – размер цв.; okr – окраска венчика; otnc – соотношение длин частей венчика; opz – опушение завязи; st/z – соотношение длины столбика и завязи; nsp – количество семян; gif – наличие «ножки» завязи; fb – форма боба; fvb – форма верхушки боба; opb – опушение боба; kil – наличие кила; hrpb – характер поверхности боба; hrps – характер поверхности семян; rs – размер семян; fs – форма семени; fl – форма листочка; fvl – форма верхушки листочка; fkr1 – характер края листочка; prls – характер прилистников).

По шкале действия первого фактора резко обособились два вида подрода *Micromelilotus* – *M. indicus* и *M. spicatus* (самые низкорослые, с плотной короткой или удлинняющейся при плодах кистью, с округлой формой бобов и бугорчатой поверхностью семени, листочки широко-эллиптические, с притупленной, срезанной верхушкой и крупнозубчатым краем); по отношению ко второму фактору эти виды разнятся между собой, т.к. у *M. indicus* – голая завязь, у *M. spicatus* – опушенная.

M. officinalis, *M. albus*, *M. dentatus*, *M. suaveolens* по воздействию двух факторов занимают срединное положение: высокорослые и среднерослые, кисть густая, при плодах удлинняющаяся, форма семян от округлой до эллиптической, форма боба обратнойцевидная, с гладкой поверхностью семени. Максимальные значения признаков, по сравнению с другими видами, по шкале действия второго фактора, имеют *M. hirsutus* и *M. tauricus*, которые отличаются от 4-х вышеперечисленных видов своей низкорослостью, густой, плотной кистью и формой боба слегка вытянутой формы (эллипс), опушенностью завязи и плода. По мере убывания силы влияния первого фактора срединное положение между двумя группами следует *M. altissimus*, относительно среднерослый, с плотной, густой кистью, при плодах удлинняющейся, форма семян округлая, форма боба широкоэллиптическая, поверхность семени волнистая,

завязь опушенная. Данный вид занимает промежуточное положение между *M. officinalis*, *M. albus*, *M. dentatus*, *M. suaveolens* и *M. hirsutus* и *M. tauricus*, совмещая признаки и тех, и других. Для всех 7-ми видов характерны обратояцевидные или эллиптические по форме листочки с округлой верхушкой и зубчатыми краями.

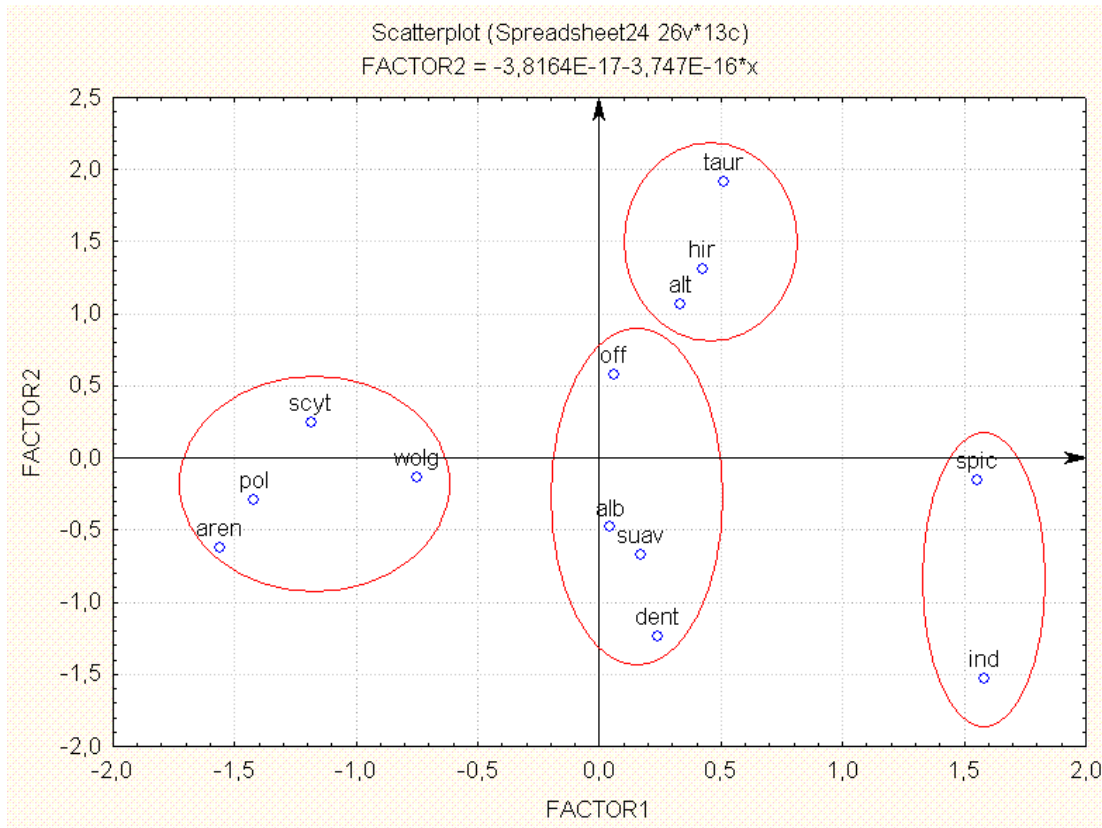


Рис. 2. Распределение видов *Melilotus* по морфологическим признакам в пространстве двух факторов

Для другой группы видов (*M. arenarius*, *M. polonicus*, *M. scythicus*, *M. wolgicus*) общими являются удлиненно-эллиптическая форма и гладкая поверхность семени, ланцетная форма боба, рыхлое соцветие. Эти виды (за исключением *M. wolgicus*) отличаются наибольшей для рода высокорослостью, ланцетной формой листочков, которые имеют заостренную верхушку листочка и край – от мелкозубчатого до цельного.

Таким образом, исследованные виды образуют группы, которые подтверждают правомерность разделения рода на подроды в системе [14]. Кроме того, морфологические признаки видов типового подрода показывают, что некоторые его представители существенно отличаются друг от друга по исследованным морфологическим признакам, что дает возможность выделения в системе рода таксонов надвидового ранга, а для уточнения положения в системе рода и объема других видов, при всей их неоднородности, требуется привлечение дополнительных признаков.

Список литературы

1. Бобров Е.Г. Род *Melilotus* Mill. // Флора СССР. Т. 11. – М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1945. – С. 176-189.
2. Громбчевская Г.Н. Некоторые морфологические особенности видов донника // Записки ЛСХИ, т. 226. Вид и внутривидовая классификация. – Л.-Пушкин, 1974. – С. 34-39.
3. Дорофеев В.И. Крестоцветные (*Cruciferae* V.Juss.) Европейской России и Северного Кавказа. Автореферат на соискание учёной степени доктора биологических наук. 03.00.05 – Ботаника. – С-Петербург, 2004. – 32 с.
4. Дудик Н.Ф. Морфология плодов бобоцветных (*Fabales* Nakai) в связи с эволюцией. – Киев, 1979. – 211 с.



5. Ника Е.Е. Морфологические особенности пыльцы видов *Melilotus* Adans. // Кишиневский Госуниверситет, Ученые записки, т. 13, 1957. – С. 139-142.
6. Серебряков И.Г. Экологическая морфология растений. – М.: Высшая школа, 1962. – 277 с.
7. Суворов В.В. Донник *Melilotus* // Культурная флора СССР, т. 13, вып. 1 – М.; Л., 1950. – С. 345-502.
8. Тахтаджян А.Л. Система и филогения цветковых растений. – М.; Л.: Наука, 1966. – 611 с.
9. Тахтаджян А.Л. Происхождение и расселение цветковых растений. – Л.: Наука, Ленингр. отд., 1970. – 145 с.
10. Терентьев П.В., Ростова Н.С. Практикум по биометрии. – Л., 1977. – 152 с.
11. Шмидт В.М. Математические методы в ботанике: Учеб. пособие. – Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1984. – 288 с.
12. Gazar M. Pollen morphology of the three genera of subfamily *Papilionoidea* in Egypt (*Melilotus*, *Trifolium* and *Trigonella*) // Acta Botanica Hungarica, 45 (3-4) 2003. – P. 279-296.
13. Raunkiaer C. The Life Forms of Plants and Statistical Geography. Oxford, 1934. – 632p.
14. Schulz O.E. Monographie der Gattung *Melilotus*. // Engler's botanischen Jahrbuchen. 29 Band, 5 Heft, 1901. – P. 660-735.
15. Seringe. *Melilotus* // Prodrromus Systematis Naturalis Regni Vegetabilis, auct. A.P. De Candolle. Pars 2, 1825. – P. 186-188.
16. Stevenson, G. A. An agronomic and taxonomic review of the genus *Melilotus* Mill. // Canadian journal of plant science, 1969. Vol. 49. N 1. – P. 1-20.
17. Zohary M. Plant life of Palestine, Israel and Jordan. New York, 1962.

MORPHOLOGICAL SPECIFIC CHARACTERS OF *MELILOTUS* MILL. SPECIES ON THE TERRITORY OF RUSSIA AND COINSIDED COUNTRIES FOR THE GENUS SYSTEMATICS

G.V. Talovina
T.N. Smekalova

All-Russian Vavilov Institute of Plant
Industry, 190000, Saint-Petersburg,
Bolshaja Morskaja str., 42-44

e-mail: t.smekalova@vir.nw.ru;
g.talovina@vir.nw.ru

Morphological characters of 13 *Melilotus* Mill. species were investigated for revealing of taxonomically significant characters and the diagnostic traits. It is necessary for differentiation of close species. For revealing of structure of morphological characters interrelation the factorial analysis on a method of the main a component was carried out. 2 factors which cover more than half of characters variability are allocated. The first factor has the greatest correlation with the seed and bean form, brush density, the form of a leaflet and its top, relative height of a plant and duration of life cycle. The second factor is shown through "leg" presence ovary, a parity of corolla parts lengths. It is established, that the studied species form groups which essentially differ from each other as for investigated morphological characters. It gives the chance to specify systems.

Key words: morphological diagnostic characters, *Melilotus* species, factorial analysis, systematics, taxonomical importance of characters.

ОСОБЕННОСТИ ВЕГЕТАТИВНОГО РАЗМНОЖЕНИЯ ГОРОХА В КУЛЬТУРЕ *IN VITRO*

Т.П. Жужжалова

М.Н. Сащенко

ГНУ Всероссийский НИИ сахарной свеклы и сахара им. А.Л. Мазлумова
Россельхозакадемии, 396030
Воронежская область, Рамонский район, п. ВНИИСС, 8(47340) 5-33-27

e-mail: vniiss@mail.ru,
samani84@mail.ru

В статье представлен усовершенствованный метод микрорепродуктивного размножения гороха, включающий этапы стерилизации эксплантов, их введение в условия *in vitro*, собственно размножение и укоренение регенерантов.

Ключевые слова: микрорепродуктивное размножение, горох, стерилизация, культура тканей, укоренение.

Введение

К настоящему времени установлено, что необходимость получения высокопродуктивных, устойчивых к биотическим и абиотическим факторам сортов и гибридов гороха требует использования современных методов биотехнологии, ускоряющих селекционный процесс и повышающих его эффективность. В процессе селекции отбор и сохранение ценных исходных и полученных форм затрудняется [4]. Нередко гибель зародышей возникает на ранних стадиях развития. Поэтому трудности получения необходимых признаков затягивают всю селекционную работу.

С целью повышения результативности селекционных работ для размножения ценных селекционных номеров в настоящее время разрабатываются методы на основе культуры изолированных тканей. Биотехнологические методы дают возможность получать и сохранять генетически однородный материал и проводить направленные отборы.

Анализ литературных данных показал, что ранее разработанные методики микроразмножения гороха очень громоздки и трудоемки, что усложняет работу по созданию и сохранению генетического разнообразия ценной зернобобовой культуры – гороха [2, 5].

Для разработки метода микрорепродуктивного размножения гороха было проведено изучение влияния состава питательных сред и различных эксплантов на культивирование в условиях *in vitro*.

В соответствии с целью исследований были поставлены задачи:

- подобрать стерилизующий агент, оказывающий наиболее эффективное обеззараживающее действие на вводимый эксплант и определить его оптимальную концентрацию;
- определить оптимальные составы питательных сред для роста, развития и дальнейшего укоренения эксплантов гороха.

Методы исследований

В качестве эксплантов для введения в культуру тканей использовали зрелые семена и фрагменты растений различных сортов гороха Рамонской селекции. Стерилизацию эксплантов проводили растворами веществ: доместос, мертиолят, ломакс-хлор. Вещества использовались в разных концентрациях с экспозицией 30 минут. Культивирование растений осуществлялось на питательной среде с минеральной основой по Мурасиге и Скугу, витаминами по Уайту с добавлением сахарозы, приготовленной по общепринятым методикам [1], в оптимальных условиях $t = +23-25^{\circ}\text{C}$, 16-ти часовой фотопериод.



Результаты исследований

Проведенными исследованиями выявлено, что успех введения в культуру тканей определяется эффективностью стерилизации. Как показал сравнительный анализ действия различных стерилизующих агентов, использование хлорсодержащих веществ обеспечивало достаточную стерильность материала.

Среди изученных агентов хлорамин 10 % обладал наименьшим стерилизующим эффектом, инфицированность эксплантов составляла 90,9 %, из которых 39,4 % грибная и 51,5 % бактериальная инфекция (табл. 1).

Таблица 1

Влияние различных стерилизующих агентов на обеззараживание семенного материала в условиях *in vitro*

Стерилизующий агент	Концентрация, %	Количество введенных семян, шт.	Наличие инфекции		Неинфицированные растения %	Развитие регенерантов в баллах
			грибной %	бактериальной %		
Хлорамин Б	10	99	39,4	51,5	9,1	2
Ломаксхлор	0,05	384	12,5	10,4	77,3	5
Мертиолят	0,01	132	2,3	2,3	95,5	3
Domestos	10	141	2,1	2,1	95,7	3
Анолит	10	207	8,7	10,1	81,2	4

Количество стерильных проростков не превышало 9,1 %. После обработки семян гороха хлораминном Б растения формировались недоразвитыми и уродливыми. Их длина составляла 1-3 см. Листочки на проростках были скручены и имели светло-зеленый цвет. Корешок растения имел длину 1-2 см. Оценка состояния проростка по 5 балльной шкале составляла 2 балла. Растения обладали низкой жизнеспособностью, через 10 дней культивирования проростки засыхали и не могли использоваться для дальнейшей работы.

Применение раствора ломаксхлора обеспечивало большой стерилизующий эффект материала – 77,3 %. Количество инфицированных растений в условиях *in vitro* составляло 12,5 % и 10,4 % грибной и бактериальной микрофлорой соответственно. Аномалий в развитии проростков после обработки семян раствором ломаксхлора не наблюдалось. При этом растения имели хорошо развитую корневую систему с многочисленными боковыми корешками. Длина главного корня составляла 7-8 см. Утолщенный стебель имел длину 5-6 см. Проросток имел насыщенную зеленую окраску. Оценка состояния проростков – 5 баллов. Высокий балл обусловлен наличием хорошо развитой корневой системы и утолщенным, длинным стеблем с многочисленными листочками.

Высокий стерилизующий эффект наблюдался так же после обработки семян гороха растворами мертиолята и domestos – 95,5 % и 95,7 % соответственно. При применении мертиолята общая зараженность растений составляла 4,6 %, domestos – 4,2%. Инфицированность материала грибной и бактериальной микрофлорой была на одинаковом уровне, то есть количество зараженных проростков после применения мертиолята и domestos составляло 2,3 % и 2,1 %, соответственно. Вместе с тем, применение растворов оказывало ингибирующее действие на жизнеспособность проростков. Так, после 5-7 дней культивирования растения выглядели слабыми. Длина корешка была около 1 см. Стебелек проростка имел желтоватую окраску и небольшие размеры (около 1,5 см). Несмотря на высокое стерилизующее действие данных растворов, оценка состояния проростков – 3 балла.

При стерилизации семян раствором анолита число обработанных эксплантов составляло 207 штук. Эффект стерильности равнялся 81,2 %. Корневая система растений была нормально развита и имела длину 3-4 см. Стебли проростков характеризовались сильной вытянутостью. Их длина составляла 5-6 см. Оценка состояния проростков – 4 балла.

Таким образом, оптимальным стерилизующим агентом для обеспечения стерильности и сохранения высокой жизнеспособности вводимого материала в наших исследованиях был раствор лوماксхлора в концентрации 0,05 %.

Важным фактором, имеющим значение для успешного микроразмножения, является гормональный состав питательной среды и вид экспланта. Решающую роль в этом играют концентрации и сочетание фитогормонов.

Наблюдения показали, что асептические проростки гороха через 7 – 10 дней после посадки на ростовые питательные среды начинали активно расти. На среде без гормонов растения были слаборазвитые, при этом формировался один развитый побег высотой 2,0 – 4,0 см, коэффициент размножения не превышал 1 (табл. 2).

Таблица 2

Влияние гормонального состава питательной среды на рост и развитие растений гороха

№ среды	Состав среды (мг/л)	Развитие в баллах	Высота растения, см	Количество побегов на 1 растение (эксплант), шт	Коэффициент размножения
1	БАП, Гк, Кн по 0,1	3	3 – 6	1 – 2	2
2	БАП, Гк, Кн по 0,2	3	4 – 6	1 – 2	2
3	БАП 0,3 +НУК 0,1	4	2 – 7	1 – 2	3
4	БАП 0,4 + Гк 0,1	4	2 – 6	2 – 3	4
5	БАП 0,5 +ИМК0,1	5	3 – 6	3 – 6	5
6	БАП 0,5 +ИУК 0,1	5	2 – 6	3 – 6	5
Безгормональная (контроль)	-	3	2 – 4	1	1

На средах № 1 – 4, дополненных БАП, гибберелином, кинетином и НУК в различных сочетаниях и концентрациях наблюдался активный рост растений, их высота варьировала от 2 до 7 см. Количество побегов на 1 растение достигало трех, экспланты были сильно вытянутыми, поэтому коэффициент размножения был равен 1 – 3.

Отличительной особенностью было то, что на 4 среде с БАП и Гк растения характеризовались более высокой степенью развития, побеги были утолщенные, кустистые. Именно на этой среде коэффициент размножения равнялся 4.

На средах № 5, 6 содержащих БАП, ИМК/ИУК наблюдался интенсивный рост растений не только в высоту, но и хорошее развитие боковых побегов. При этом средняя высота растений составляла 2–6 см. Количество побегов на 1 растение составляло 3–6 штук, коэффициент размножения равнялся 5. Следовательно, с одного введенного на питательную среду проростка можно получить до пяти хорошо развитых растений.

На контроле (среда без гормонов) коэффициент размножения равнялся 1. При этом средняя высота растений составляла 2 – 4 см.

На основе полученных данных можно сделать вывод, что добавление в питательную среду БАП 0,5 мг/л и ИМК (ИУК) 0,1 мг/л обеспечивает наиболее высокий выход хорошо развитых растений с одного введенного экспланта, что дает возможность использовать для ускоренного микроразмножения гороха в культуре *in vitro* среды № 5, 6. Использование в дальнейшем 3–4 пассажей позволит значительно увеличить данный показатель и получить необходимое для селекционеров количество растений в короткие сроки. Полученные результаты послужат основой для разработки ускоренного вегетативного размножения ценных форм гороха.



Полученный и размноженный в культуре *in vitro* селекционный материал необходимо укоренить для дальнейшего его использования в селекционном процессе. Укоренение образовавшихся в культуре *in vitro* растений связано с индуцированием адвентивных корней, которое достигается изменением гормонального состава питательной среды. Из литературных данных известно, что ведущую роль в регуляции ризогенеза играют соединения ауксиновой природы [3, 6]. Механизм действия ауксинов аналогичен и в культуре *in vitro*, хотя условия выращивания изолированных эксплантов специфичны.

В связи с тем, что количество эндогенных ауксинов и ингибиторов в эксплантах не известно, приходится опытным путем подбирать тип экзогенного фитогормона и его концентрацию.

Проведенные исследования на горохе показали, что стимулирующее влияние на корнеобразование оказывала нафтилуксусная кислота в концентрации 0,5 мг/л. Количество укоренившихся эксплантов составляло 30%. Среднее число корней было равно 1-2 штук, размер составлял 1-2 см. Высота растений колебалась от 2 до 4 см. Было отмечено, что увеличение концентрации НУК до 1,0 мг/л в питательной среде активизирует рост надземной части растений после образования корней, однако выход укоренившихся проростков равнялся 15 %. Максимальное образование корней (42%) вызывала НУК в количестве 1,5 мг/л, среднее число корней было равно 2-3 штук, размер составлял 2-3 см. Высота растений колебалась от 3 до 5 см (табл. 3).

Таблица 3

**Влияние физиологически активных веществ
на формирование корней у клонов гороха**

Ростовое вещество	Концентрация, мг/л	Количество введенных эксплантов, шт.	Количество укорененных эксплантов, %	Среднее количество и длина корня, шт; см	Высота растения, см
НУК	0,5	60	30	1-2; 1-2	2-4
	1,0		15		
	1,5		42	2-3; 2-3	
	2,0		2	1-2; 1-2	
ИУК	0,5		0	0	0
	1,0		0	0	0
НУК+ИУК	0,2+0,2		0	0	0
	0,5+0,5		0	0	0
	1,0+1,0		0	0	0
ИМК	1,0		0	0	0
Безгормональная (контроль)	0		0	0	0

Однако еще большее увеличение содержания гормона в среде (НУК 2,0 мг/л) оказывало негативное влияние на рост и развитие эксплантов, образования корней снизилось до 2 %. Добавление в питательную среду других гормонов и их сочетаний желаемых результатов не оказало. На контроле укорененных регенерантов не наблюдалось.

Выводы

Следовательно, для укоренения микроклонов гороха в культуре *in vitro* оптимальным фитогормоном является нафтилуксусная кислота в концентрации 1,5 мг/л.

Таким образом, на основании полученных данных был модифицирован метод микроклонального размножения гороха, включающий этапы стерилизации эксплантов, их введение в условия *in vitro*, собственно размножение и укоренение регенерантов.

Список литературы

1. Бутенко Р.Г. Культура изолированных органов, тканей и клеток растений / Р.Г. Бутенко. – М.: Наука, 1970. – 342 с.



2. Внучкова В.В. Методические рекомендации по микроклонированию растений гороха в культуре ткани *in vitro*. – М., 1988. – 15 с.
3. Кефели В.И. Природные ингибиторы роста и фитогормоны. – М.: Наука, 1974. – 253 с.
4. Макашева Р.Х. Горох. – Л.: Колос, 1973. – 312 с.
5. Суркова Г.Н. Технологии клонирования зернобобовых и крупяных культур (методические рекомендации) / Г.Н. Суркова, С.В. Бобков, Г.В. Соболева. – М., 2005. – 20 с.
6. Турецкая Р.Х. Эндогенные факторы корнеобразования растений // Биология развития растений. – М.: Наука, 1975. – С. 126-145.

FEATURES MICROPROPAGATION PEAS IN CULTURE *IN VITRO*

T.P. Zhuzhhalova

M.N. Sashchenko

*All-Russia Research Institute of sugar
beet and sugar to them. AL Mazlumov
RAAS, 396 030 Voro-nezh region,
Ramonsky district, VNISS,
8 (47 340) 5-33-27*

*e-mail: vniiss@mail.ru, sama-
ni84@mail.ru.*

The paper presents an improved method for micropropagation of peas, comprising the steps of the sterilization of explants, and their introduction into the conditions *in vitro*, the actual propagation and rooting of regenerants.

Key words: micropropagation, peas, sterilization, tissue culture, rooting.



УДК: 58.032.3: 58.036.1

АДАПТИВНАЯ РЕАКЦИЯ ЭПИДЕРМИСА ЛИСТА ВИДОВ РОДА *JUGLANS* НА ДЕЙСТВИЕ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУР

Т.А. Резанова
Н.В. Назарова

Белгородский государственный
национальный исследовательский
университет, 308015,
г. Белгород, ул. Победы, 85.

e-mail: sorokopudov@bsu.edu.ru

Установлено, что наименьшей водоудерживающей способностью обладают листья *J. manshurica*, *J. siboldiana*, *J. cordiformis*, наибольшей водоудерживающей способностью обладают листья *J. regia*, *J. nigra*. Устьица *J. regia*, *J. nigra*, *J. cinerea* обладают высокой термореактивностью. Устьица *J. manshurica*, *J. siboldiana*, *J. cordiformis* характеризуются большой проводимостью при действии 35° С. Основные клетки абаксиального и адаксиального эпидермиса при потере влаги уменьшают площадь, увеличивается коэффициент извилистости антиклинальных стенок. Основные клетки *J. manshurica* отличаются наименьшей устойчивостью к водному дефициту.

Ключевые слова: *Juglans*, род, виды, устьица, поверхность листа, вода.

Введение

Засуха, приводящая к возникновению водного дефицита в растении, вызывающая временное завядание, отражается на продуктивности растений. Особую чувствительность к засухе растения проявляют в критические периоды потребности в воде. Выживаемость организмов, способность сохранять продуктивность в крайних условиях существования, несомненно, зависит от молекулярных, клеточных и тканевых систем. Физиологические функции должны гарантировать приспособленность растений к определенным интервалам колебаний факторов среды [6].

Наземные растения постоянно теряют огромное количество воды через устьица, которые они должны держать открытыми для поддержания нормального газообмена и фотосинтеза. Понимание того, как растения регулируют водный обмен очень важно для разработки подходов к повышению устойчивости растений в изменяющихся условиях внешней среды [4]. В литературе основное внимание сосредоточено на изучение роли устьиц в регуляции водного обмена.

Для увеличения разнообразия пищевой продукции, особенно в годы с аномальными погодными условиями, проводится интродукция растений в Белгородскую область. Виды из рода *Juglans* наиболее интересны, так как обладают высокими вкусовыми, пищевыми и лечебными качествами [2, 3]. В Белгородской области нет ни одной орехоплодной плантации, грецкий орех встречается в основном в частных хозяйствах и изредка используется в озеленении улиц.

Задача исследования – изучить роль устьиц и основных клеток адаксиального и абаксиального эпидермиса в регуляции водного обмена листа видов рода *Juglans*.

Методы исследований

Объектами исследования стали растения семи видов рода *Juglans*, произрастающих в Ботаническом саду НИУ «БелГУ», 2001 года посадки: *J. regia* L., *J. manshurica* Max., *J. siboldiana* Maxim., *J. cordiformis* Max., *J. nigra* L., *J. cinerea* L., *J. rupestris* Engelm. в фенофазу формирования плодов. Контроль – растения вида *J. regia* L., произрастающий в течение длительного времени в Белгородской области. Учитывалось происхождение видов.

Исследовались листья после воздействия температур 27, 30, 35, 40° С в течение 40 минут при влажности воздуха 54% при исключении подачи воды корневой системы. Находили водный дефицит, взвешивая лист до и после термического воздействия. Комплексная оценка засухоустойчивости осуществлялась согласно методике Никитского ботанического сада (Кормилицын, Голубева, 1970).

Для исследования отбирались листья с годичных вегетативно-плагиотропных приростов (7-й от основания прироста), из средней части кроны, с учетом их морфологического адреса, освещенности в утренние часы. Консервация листьев проводилась общепринятым способом в смеси: спирт, вода, глицерин (1:1:1). Приготовление препаратов эпидермиса проводилось по модифицированной методике [8].

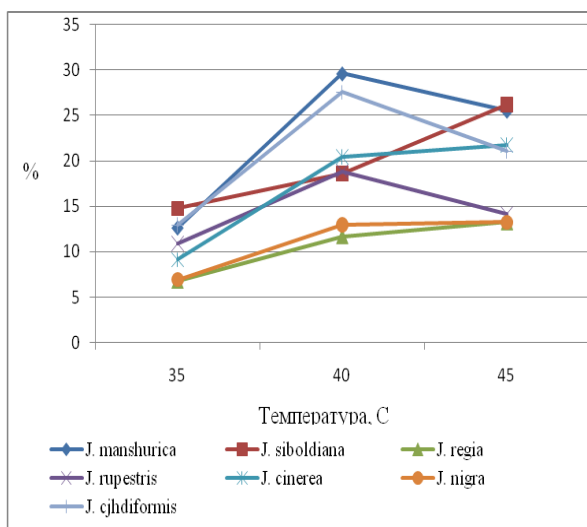
Изучение эпидермиса и его структур проводилось с помощью СМ «Биолам С 13», Микромед-5, бинокля МБС 10 и РЭМ Quanta 200 3D в центре коллективного пользования научным оборудованием БелГУ, программы «ВидеоТест-Мастер».

При анатомическом исследовании учитывались признаки зрелых, полностью сформированных структур при 50-кратной повторности измерений. В средней части листа между жилками подсчитывали концентрацию устьиц абаксиального эпидермиса, измеряли их длину и ширину, степень открытости устьиц (СОУ) [5], их ориентацию и степень погруженности. Находили площадь, удлинненность и степень извилистости антиклинальных стенок основных клеток адаксиального и абаксиального эпидермиса, Для этого очерченный периметр клетки делили на ее площадь. РЭМ позволил описать форму основных клеток эпидермиса в трехмерной системе координат.

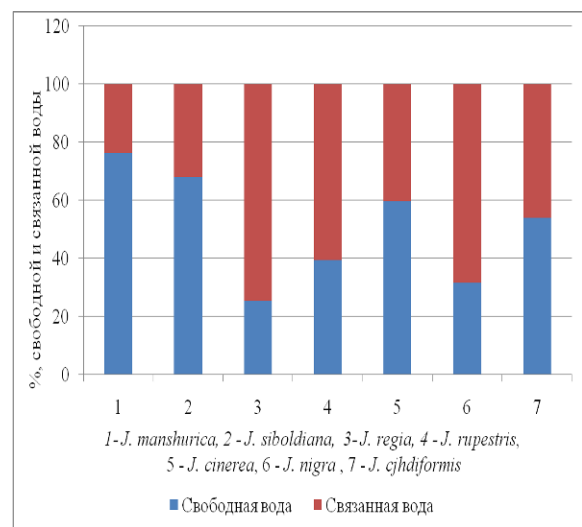
При анализе полученных данных использовалась статистическая обработка по Г. Н. Зайцеву (1984), при помощи пакета программ Microsoft Office.

Результаты исследований

Термическое воздействие на листья видов рода *Juglans* приводят к увеличению водного дефицита (рис. 1 А). Наименьшая водоудерживающая способность листа при всех температурах отмечается у видов *J. manshurica*, *J. cordiformis*, *J. siboldiana* (ткани листа теряют до 30% воды от своей массы), а наименьшая – для *J. regia*, *J. nigra* (до 14% воды от своей массы). Для видов *J. manshurica*, *J. cordiformis*, *J. rupestris* интенсивность транспирации максимальна при воздействии 40°С, а при воздействии 45°С потеря влаги существенно снижается. Для *J. siboldiana*, *J. regia*, *J. nigra*, *J. cinerea* влагопотеря наибольшая при воздействии 45°С.



А. Влагопотеря при термическом воздействии



Б. Соотношение свободной и связанной воды

Рис. 1. Характеристика водного режима листьев видов рода *Juglans*

Водоудерживающая способность имеет прямую зависимость от соотношения свободной и связанной воды. По нашим данным *J. manshurica*, *J. cordiformis*, *J. siboldiana*, *J. cinerea* имеют наибольшую долю свободной воды по отношению к оводненности тканей листа, чем у других видов (рис 1 Б).

Наиболее информативным ксероморфным признаком у видов рода *Juglans* являются особенности распределения кутикулярного слоя по поверхности абаксиального и адаксиального эпидермиса, степень открытости устьиц и их погруженность. Большое значение имеет утолщение кутикулярного слоя между выростами основных клеток эпидермиса, а также особенность распределения кутикулы вокруг устьиц. Устьица на абаксиальной поверхности *J. regia*, *J. nigra*, *J. rupestris* отличаются утолщенным на поверхности слоем кутикулы, устьица *J. manshurica*, *J. cordiformis*, *J. siboldiana*, *J. cinerea* находятся на поверхности эпидермиса и не имеют выраженного кутикулярного слоя [7].

Реакция устьиц на изменение температуры при постоянной влажности воздуха (54%). Состояние устьичного аппарата в значительной степени определяет водный баланс растений и интенсивность ассимиляции CO₂, что отражается на характере продукционного процесса. В условиях глубокой засухи возможны нарушения структура устьичного аппарата и снижалась способность устьиц регулировать ширину устьичной щели. При нарастании засухи наблюдается изменение интенсивности фотосинтеза, что обусловлено закрыванием устьиц и уменьшением поглощения CO₂, что ведет к падению синтеза крахмала и сахаров [9].

Высокая интенсивность транспирации обусловлена увеличением устьичной проводимости. При 27⁰С наибольшая устьичная проводимость наблюдалась у *J. manshurica*, *J. siboldiana*, *J. cordiformis* (рис. 2).

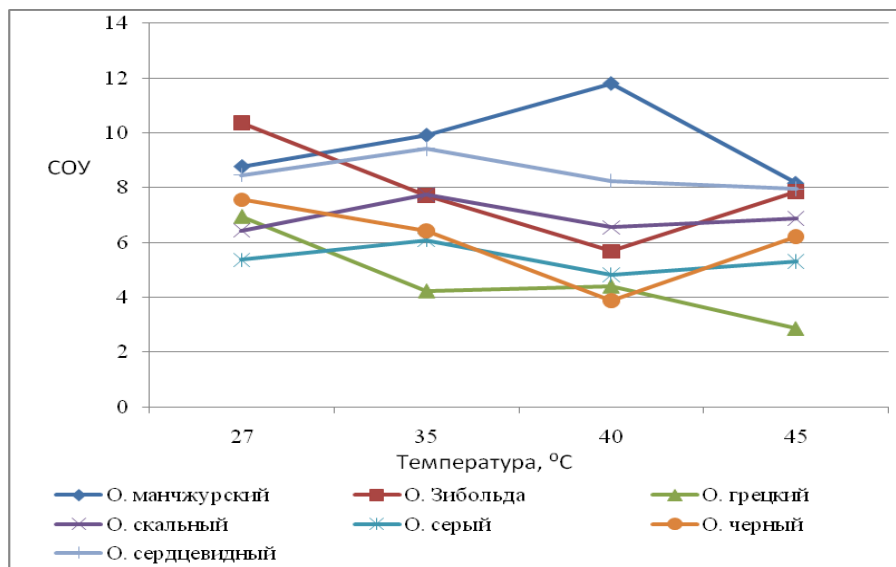


Рис. 2. Динамика степени открытости устьиц при термическом воздействии

При 35-40⁰С наибольшая CO₂ у *J. manshurica*, *J. siboldiana*, что сопоставимо с высокой интенсивностью транспирации листьев этих видов при воздействии температур (рис. 1 А), а так же наибольшей долей свободной воды в тканях листа (рис. 1Б). Среди изучаемых видов наименьшей интенсивностью транспирации и пропускной способностью устьиц обладают листья ореха грецкого (рис. 2), для которого доля свободной воды в тканях листа наименьшая.

Для **грецкого ореха** потеря воды не превышает 12 % от массы листа (рис. 1 А). Проводимость устьиц снижается при повышении температуры на 8⁰С, держится на одном уровне при 35-40⁰С и значительно уменьшается при 45⁰С. Усть-

ица полностью закрываются при 40⁰С (рис. 3 Б). Площадь замыкающих клеток увеличивается к 35⁰С и резко падает к 40⁰С (рис. 3 А). Таким образом, устьица листьев *J. regia* обладают высокой терморективностью, что подтверждает литературные данные [10], и некоторой устойчивостью тургора замыкающих клеток при температуре 27-35⁰С. Доказано, что быстрое закрытие устьиц у грецкого ореха при глубоком водном дефиците предотвращает кавитацию сосудов ксилемы [11]. Кавитация может вызвать раннее опадение листьев.

Орех черный характеризуется также высокой реактивностью устьиц и поддержанием тургора замыкающих клеток при действии температур 27-35⁰С (рис. 3). Однако при критическом термическом воздействии (45⁰С) нарушается регуляторная способность устьиц, они открываются (рис. 3 Б).

Орех скальный характеризуется незначительным уменьшением проводимости устьиц при действии температур 27-45⁰С (рис. 2). Потеря влаги не превышает 20%, снижется при действии 45⁰С. С повышением силы стрессового воздействия уменьшается размер замыкающих клеток (в следствие снижения тургора), а также закрывается устьичная щель (рис. 3). Таким образом, при 27-35⁰С проводимость устьиц не уменьшается, сохраняются условия для оптимального газообмена и фотосинтеза.

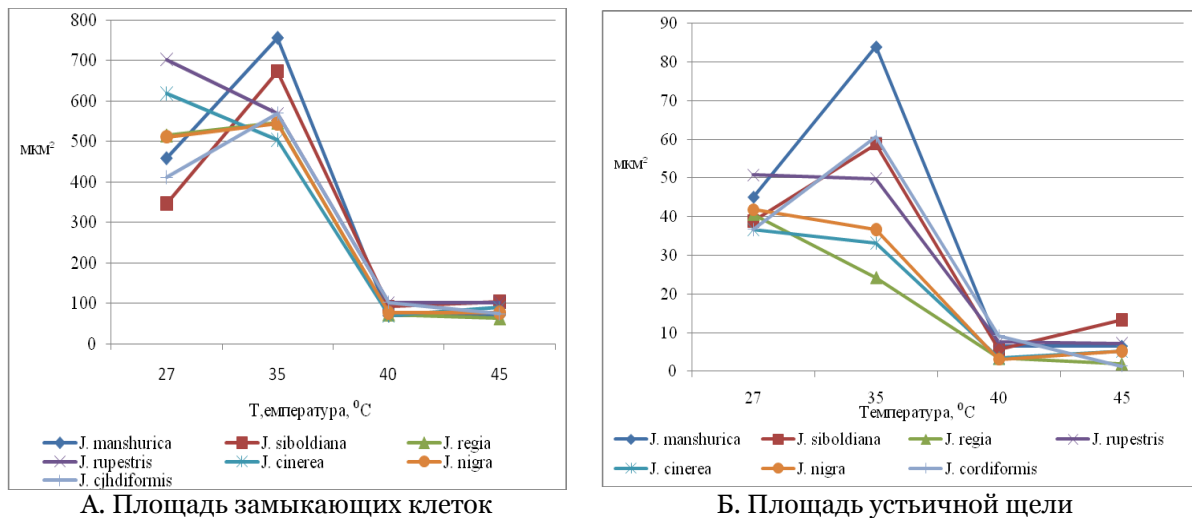


Рис. 3. Характеристика устьиц при температурном воздействии

Ткани *J. siboldiana* при увеличении стрессового воздействия температур увеличивают потерю воды (до 30% от массы листа) (рис. 1 А). При повышении температуры на 8⁰С площадь устьичной щели и замыкающих клеток растет при действии 27-35⁰С и резко снижается при 40-45⁰С (рис. 3).

Ткани *J. cinerea* при повышении температуры увеличивают потерю воды (до 22% от массы листа) (рис. 1 А). СОУ практически не изменяется при увеличении стресса (рис 2). Размеры замыкающих клеток и устьичной щели значительно снижаются к 40⁰С (рис. 3).

Орех маньчжурский отличается высокой потерей влаги при действии температур (27-45⁰С). Наибольшая потеря влаги при действии 40⁰С (30% от массы листа) (рис. 1 А). СОУ ореха маньчжурского достоверно больше, чем у *J. regia* (рис. 2). Проводимость устьиц увеличивается к 40⁰С, только при действии 45⁰С снижается. При 35⁰С пропускная способность устьиц увеличивается (растет площадь замыкающих клеток и устьичной щели). При 40-45⁰С площадь устьица и устьичной щели значительно снижается (рис. 3).

Ткани листа *J. cordiformis* при температурном воздействии теряют до 30% влаги от массы листа (рис. 1 А). СОУ при температурном воздействии незначительно снижается (рис. 2). Площадь устьичной щели и замыкающих клеток растет при действии температур до 35⁰С и значительно снижается при действии температур 40-45⁰С (рис. 3).

В нашем исследовании не всегда наблюдается отрицательная корреляция между нарастанием водного дефицита и проводимостью устьиц. У *J. siboldiana*, *J. nigra* с увеличением водного дефицита устьица не снижают свою проводимость, что свидетельствует о нарушении структуры устьичного аппарата при термическом стрессе и снижении способности устьиц регулировать ширину устьичной щели.

Реакция основных клеток адаксиального абаксиального эпидермиса на изменение температуры при постоянной влажности воздуха (54%). Основное внимание исследователей сосредоточено на изучении роли устьиц в регуляции водного обмена [4]. При температурном воздействии мы исследовали изменения, происходящие с основными клетками абаксиального и адаксиального эпидермиса при потере тканями листа влаги. Уменьшение тургора при потере волаги ведет к уменьшению площади основных клеток, этому процессу препятствует клеточная стенка, а также кутикулярный слой на поверхности эпидермиса. Самые значительные уменьшения площади клеток происходит при действии температур 40-45⁰С.

Основные клетки адаксиального эпидермиса *J. manshurica* при увеличении стрессового воздействия значительно снижают свою площадь уже при действии 35⁰С, что свидетельствует о более низкой устойчивости к влагопотере. Причиной такой реакции может быть отсутствие кутикулярного слоя на поверхности эпидермиса, а также тонкая клеточная стенка [7].

Площадь основных клеток адаксиального эпидермиса *J. siboldiana*, *J. nigra*, *J. cordiformis*, *J. rupestris* при действии 35⁰С несколько увеличивается (рис. 4). Эти клетки имеют выпуклую проекцию [7], при снижении тургора клетки уплощаясь увеличивают тангентальную поверхность.

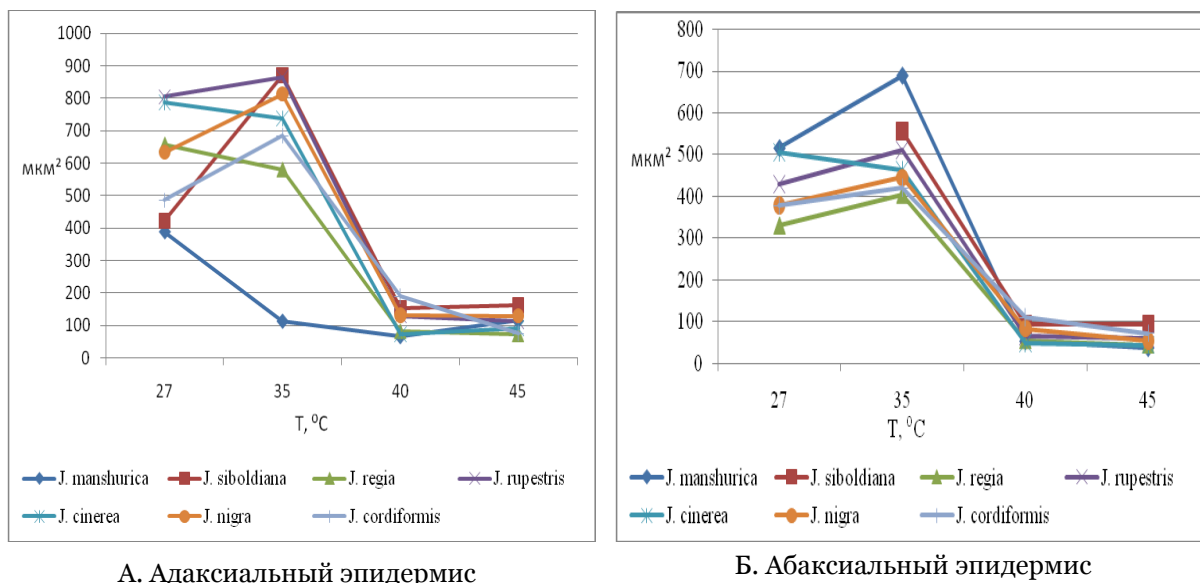


Рис. 4. Площадь основных клеток эпидермиса при температурном воздействии

Площадь основных клеток абаксиального эпидермиса при действии 35⁰С незначительно увеличивается, и существенно уменьшается при 40-45⁰С.

Больше всех варьирует площадь основных клеток абаксиального эпидермиса *J. manshurica*, что объясняется отсутствием кутикулярного слоя на поверхности эпидермиса и тонкой клеточной стенкой.

Снижение тургорного давления в клетках ведет к увеличению извилистости антиклинальных стенок (рис. 5).

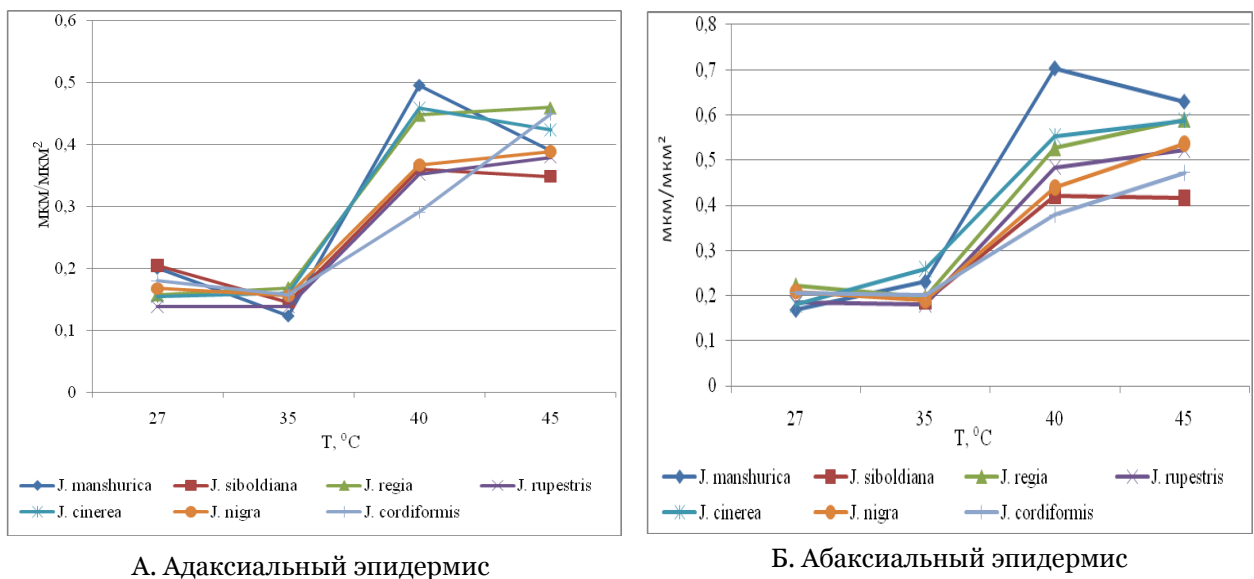


Рис. 5. Коэффициент извилистости антиклинальных стенок основных клеток эпидермиса при температурном воздействии.

Наиболее значимые изменения коэффициента извилистости антиклинальных стенок наблюдаются у основных клеток *J. manshurica*, что подтверждает предположение о уменьшении сопротивления клеточной стенки большой влагопотере.

Таким образом, очевидно, что основные клетки эпидермиса играют регуляторную роль в водообмене во время засухи и действия высоких температур. Тонкая клеточная стенка и невыраженный кутикулярный слой основных клеток уменьшают сопротивляемость тканей листа стрессовому действию высоких температуры, способствуют увеличению водного дефицита, что характерно для *J. manshurica*.

Принято считать уменьшение объема основных клеток эпидермиса и увеличение извилистости антиклинальных стенок – признаком ксероморфности. Для изучаемых видов, возможно, эти признаки – показатель действия засухи, высоких температур, наличия значительного водного дефицита. Признаком ксероморфности является способность сохранять высокую продуктивность в засушливых условиях.

Выводы

1. Наименьшей водоудерживающей способностью обладают листья *J. manshurica*, *J. siboldiana*, *J. cordiformis*, что сопоставимо с большой долей свободной воды в тканях листа; наибольшей водоудерживающей способностью обладают листья *J. regia*, *J. nigra*.

2. Устьица *J. regia*, *J. nigra*, *J. cinerea* обладают высокой термореактивностью, проводимость устьиц значительно снижается к 40°C, устьица имеют выраженный кутикулярный слой на поверхности. Устьица *J. manshurica*, *J. siboldiana*, *J. cordiformis* характеризуются большой проводимостью при действии 35°C, отличительной особенностью устьиц – отсутствие выраженного кутикулярного слоя на поверхности, выступающее их положение над поверхностью эпидермиса.

3. Основные клетки абаксиального и адаксиального эпидермиса при потере влаги уменьшают площадь, увеличивается коэффициент извилистости антиклинальных стенок. Увеличение толщины клеточной стенки, выраженности кутикулярного слоя на поверхности основных клеток увеличивает устойчивость клеток эпидермиса к



влажнопотере. Основные клетки *J. manshurica* отличаются наименьшей устойчивостью к водному дефициту (особенно основные клетки адаксиального эпидермиса).

Список литературы

1. Васильев Н.П. Характеристика интродуцированных видов рода *Juglans* L. / Н.П. Васильев, Е.А. Васин // Биологическое разнообразие. Интродукция растений. Материалы Третьей Международной научной конференции (23-25 сентября 2003 г., Санкт-Петербург). – 2003. – С. 179-180.
2. Васин Е.А. Перспективные формы грецкого ореха для Тульской области // Доклады ТСХА. – 2002. – Вып. 274. – С. 444-448.
3. Ибрагимов З.А. Плодоношение ореха грецкого в лесных биоценозах // НАН Азербайджана. Баку. – 2009. – № 5. – С. 60-62.
4. Кудоярова, Г.Р. Реакция устьиц на изменение температуры и влажности воздуха у растений разных сортов пшеницы, районированных в контрастных климатических условиях / Г.Р. Кудоярова, Д.С. Веселов, Р.Г. Фанзов, С.В. Веселова, Е.А. Иванов, Р.Г. Фархутдинов // Физиология растений, 2007, том 54, № 1, с. 54-58.
5. Кузнецов, М.Н. Адаптивный ответ устьичного аппарата листа черной смородины на загрязнение тяжелыми металлами / М.Н. Кузнецов, Л.В. Гольшкин // Состояние и перспективы развития ягодоводства в России (Материалы Всероссийской научно-методической конф. 19-22 июня 2006). – Орел: Издательство ВНЛИСПК, 2006. – С. 344.
6. Кушниренко М.Д. Физиология водообмена и засухоустойчивости растений / М.Д. Кушниренко, С.Н. – Кишинев: «Штиинца», 1991. – 307 с.
7. Резанова Т.А. Засухоустойчивость некоторых видов рода *Juglans* в условиях юго-запада среднерусской возвышенности / Т.А. Резанова, В.Н. Сорокопудов, Н.В. Назарова // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Естественные науки, - № 9 (104) 2011, Вып. 15/1. – С.302-307.
8. Резанова Т.А. Некоторые особенности анатомо-морфологического строения *Ribes americanum* Mill. / Т.А. Резанова, В.Н. Сорокопудов // «Биологически активные соединения природного происхождения: фитотерапия, фармацевтический маркетинг, фармацевтическая технология, ботаника» Материалы международной науч.-практ. конф., – Белгород.: БелГУ 2008. С.133-135.
9. Шведова, О.Е. Структурно-функциональное состояние устьиц при водном и температурном стрессах / О.Е. Шведова, И.Г. Шматько // Физиология и биохимия культурных растений. – 1992. – № 2, Т. 24. – С. 107-116.
10. Cochard Hervé Putative Role of Aquaporins in Variable Hydraulic Conductance of Leaves in Response to Light / Herve´ Cochard, Jean-Ste´ phane Venisse, Te´ te´ Se´ ve´ rien Barigah, Nicole Brunel, Ste´ phane Herbette, Agne´ s Guilliot, Melvin T. Tyree, and Soulaïman Sakr // Plant Physiology, January 2007, Vol. 143, pp. 122–133. (10).
11. Cochard Hervé Unraveling the Effects of Plant Hydraulics on Stomatal Closure during Water Stress in Walnut / Herve Cochard, Lluï Colla, Xavier Le Roux, and Thierry Ameglio // Plant Physiology, January 2002, Vol. 128, pp. 282–290. (11).

ADAPTIVE REACTION ЭПИДЕРМИСА OF SHEET OF KINDS OF SORT *JUGLANS* TO ACTION OF HIGH TEMPERATURES

T.A. Rezanova
N.V. Nazarova

Belgorod National Research
University, Belgorod,
Pobedy str., 85.

e-mail:
sorokopudov@bsu.edu.ru

It is established that the least water-retaining ability leaves *J* possess. *manshurica*, *J. siboldiana*, *J. cordiformis*, the greatest water-retaining ability leaves *J* possess. *regia*, *J. nigra*. Устьица *J. regia* *J. nigra*, *J. cinerea* possess high thermoreactance. Устьица *J. manshurica*, *J. siboldiana*, *J. cordiformis* are characterized by the big conductivity at action 35 ° With. The basic cages abaxial and адаксиального эпидермиса at moisture loss reduce the area, the factor of tortuosity of anticlinal walls increases. The basic cages *J. manshurica* differ the least stability to water deficiency.

Key words: *Juglans*, a sort, kinds, coma, a sheet surface, Water.

УДК (581.8 + 581.4):582.682 + 615.322

АНАТОМО-МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЦВЕТОНОСОВ МАКА СНОТВОРНОГО *PAPAVER SOMNIFERUM* L. И МАКА-САМОСЕЙКИ *P. RHOEAS* L.

Е.Ф. Семенова¹, А.Н. Чебураева²,
И.А. Вилкова¹, Н.А. Морозкина¹,
Е.В. Преснякова³

¹ Пензенский государственный
университет, 440026,
г. Пенза, ул. Красная, 40.

e-mail: sef1957@mail.ru

² Пензенский государственный педагогиче-
ский университет им. В.Г. Белинского,
440026, г. Пенза, ул. Лермонтова, 37

³ Министерство сельского хозяйства РФ,
ФГУ "Госсорткомиссия", 107139, г. Москва,
ул. Орликов переулок, 1/11

Проведено анатомическое исследование цветоносов двух видов мака, различающихся таксономическим положением. В сравнительном аспекте выявлены микроморфологические особенности изучаемых структур в период бутонизации – восковой спелости.

Ключевые слова: мак снотворный, мак-самосейка, анатомические особенности, цветоносы

Введение

Представители рода *Papaver* вызывают несомненный интерес как объекты для всесторонних исследований в связи с содержанием в них большого числа веществ, нашедших широкое применение в пищевой промышленности, фармации и медицине.

Мак снотворный – *P. somniferum* L. – однолетнее травянистое растение до 1 м высотой, с веретенообразным корнем и прямостоячим, густо облиственным, в верхней части ветвистым стеблем. Прикорневые листья короткочерешковые, чаще всего ланцетные, собраны в розетку. Стеблевые листья сидячие, стеблеобъемлющие, с сердцевидным основанием, яйцевидные. Цветки одиночные, крупные, белого, розового светло-фиолетового цвета, с темными пятнами у основания лепестков. Коробочка бывает различной формы, сидячая или суженная в короткую ножку. Цветет в июне-июле. Культивируется в России, на Украине, в Беларуси, Средней Азии. В диком виде не встречается.

Мак снотворный содержит несколько десятков алкалоидов изохинолиновой группы, которые обладают различным действием. В начале созревания плодов у *P. somniferum* L. накапливается до 20% млечного сока, в состав которого входят алкалоиды (20-30%), белки, углевод, слизи, смолы, каучук, органические кислоты, крахмалы, пектиновые и другие вещества (20-30%) и 40-50% воды. Кроме алкалоидов, коробочки и листья мака содержат дубильные вещества [1]. В семенах мака имеется около 40-60% масла и до 20% белка, в зависимости от сорта. Маковое масло представляет собой смесь глицеридов стеариновой (2,6%), олеиновой (28,3%), пальмитиновой (4,6%), линолевой и линоленовой кислот (64,5%), что соответствует 75,5-76,63% углерода и 11,2-12,3% кислорода [2].

Мак самосейка – *P. rhoeas* L. – однолетнее травянистое растение 30-80 см высотой. Стебель прямостоячий, ветвистый, как и листья усажен жесткими оттопыренными волосками. Листья очередные, серо-зеленые, перисто-раздельные, с продолговатыми лопастями. Цветки белые, розовые или ярко-красные, одиночные на длинных цветоножках. Лепестки с черными пятнами у основания. Плод – шаровидная или продолговато-овальная коробочка, голая. Цветет с апреля по июль. Растет на Украине (Карпаты, Днепропетровский, Причерноморский районы, Крым), в европейской части России (Причерноморье), на Кавказе. В Вологодской области, в Казахстане и



Кыргыстане встречается как редкий полевой сорняк. Встречается на каменистых склонах до среднегорного пояса.

В корнях мака самосейки обнаружены алкалоиды. Трава содержит ситостерин, алкалоиды, высшие алифатические спирты, витамин С. В цветках содержатся алкалоиды, антоцианы, н-гептакозан, слизь, пектин, соли железа и магния, витамин С; в головках – алкалоиды, витамин Е, высшие жирные кислоты [3].

Известно, что изучение анатомического строения отдельных органов растения важно для уточнения современных систематических построений, для диагностики растительного сырья и повышения эффективности селекционных работ в связи с наличием корреляций между отдельными свойствами и признаками растительного организма. Поэтому цель наших исследований – выявление микроморфологических особенностей представителей рода *Papaver*, различающихся таксономическим положением: *P. somniferum* L. и *P. rhoeas* L.

Материалы и методы исследования

Растительный материал с момента бутонизации до восковой спелости фиксировали в ацеталкоголе (1:3) и 6% формалине; поперечные срезы готовились бритвой от руки по общепринятой методике [4-5]. Окрашивание осуществляли 0,1% спиртовым раствором флороглюцина.

Изучение проводили с помощью светового микроскопа МИКМЕД-1, фотографирование – цифровым фотоаппаратом SONY DSC-T20. Описания микропрепаратов составлены для верхней части цветоносов (не более 1 см от основания бутона, цветка, плода) в соответствии с современной методической и справочной литературой [6-10].

Результаты исследования

Анатомо-морфологическое исследование мака снотворного *P. somniferum* L. показало, что цветонос покрыт однослойным эпидермисом. Клетки его живые, многогранные, вытянутые по длине стебля в соотношении от 1:5 до 1:20. Оболочка клеток эпидермы неравномерно утолщена. Утолщению подвергаются тангентальные стенки, радиальные участки оболочки тонкие, без утолщения. Живое содержимое занимает постенное положение, где встречаются хлоропласты. Устьичные аппараты аномоцитного типа, равномерно распределены среди собственно эпидермальных клеток, полностью погружены под эпидерму (рис.2, Аз; рис.1, А). На поверхности цветоноса часто встречаются кроющие волоски массивного типа.

Под эпидермой располагается паренхимные клетки первичной коры (рис.2, Аз). Клетки паренхимы относительно мелкие, плотно сомкнутые, но развивающие достаточное количество межклетников. На отдельных участках паренхимы наблюдается неравномерное утолщение их оболочек, формирующее уголковую колленхиму. В клетках наружных слоев, число которых не превышает 4, располагаются хлоропласты. Глубже этот слой постепенно переходит в более крупноклетную, лишенную хлоропластов 5-слойную паренхиму с неравномерным утолщением оболочек (рис. 2, Аз; рис.1, А, В). Межклетники, если имеются, слабо развиты. Мы склонны считать этот слой перициклом.

Граница между первичной корой и стелью выражена нечетко. Колленхима перицикла постепенно переходит в крупноклетную паренхиму стели, в которой размещены открытые коллатеральные проводящие пучки (рис.1, рис.2). Проводящие пучки разного размера распределяются по периметру стели в два круга: меньшего размера, но в большем количестве – по периферии, более крупные и вытянутые в радиальном направлении – ближе к центру. Механические ткани пучка представлены склеренхимными волокнами, располагающимися шапкой снаружи от флоэмы и полное развитие которых заканчивается к моменту начала созревания семян. Центральное положение занимает хорошо развитая сердцевина, на долю которой приходится 1/2 часть всего диаметра.

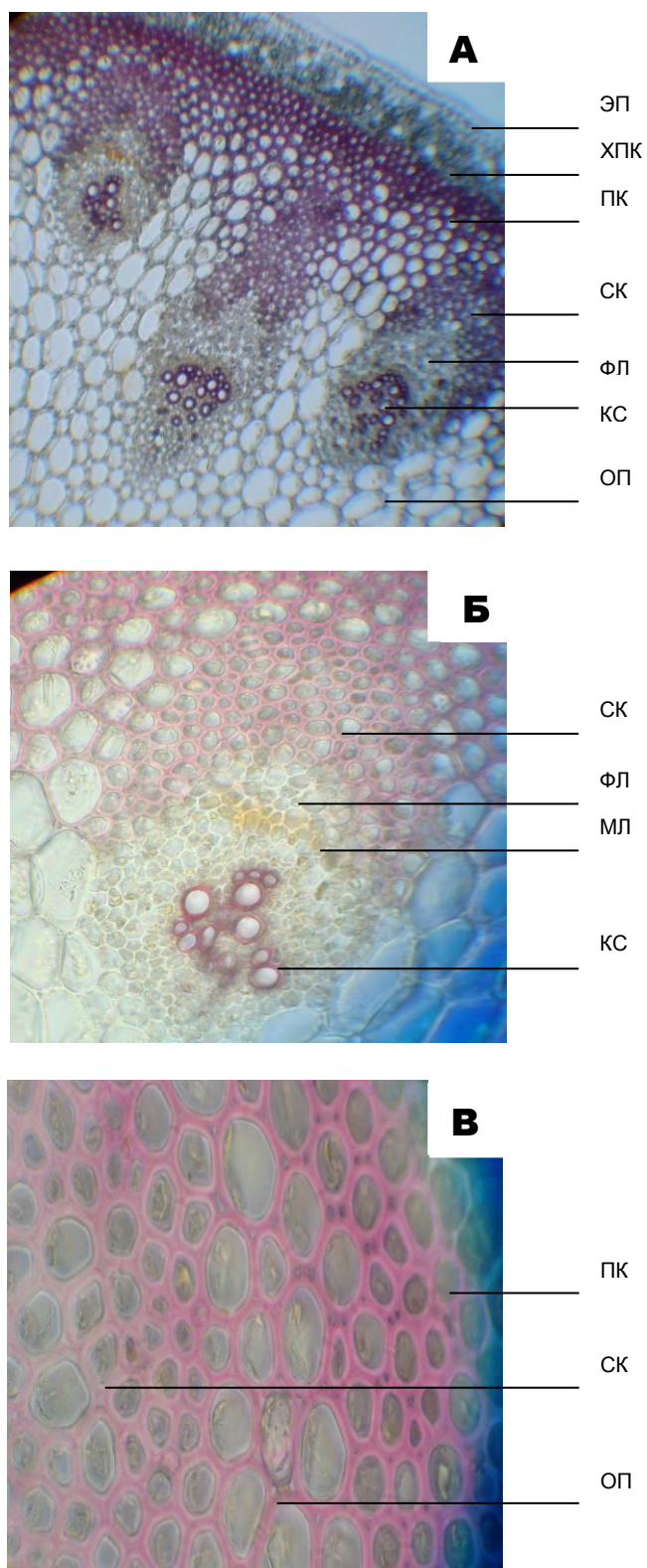
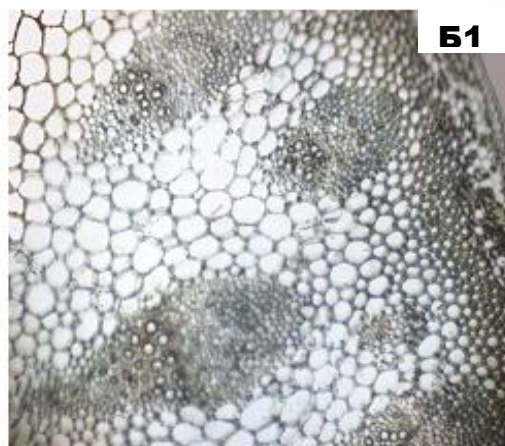
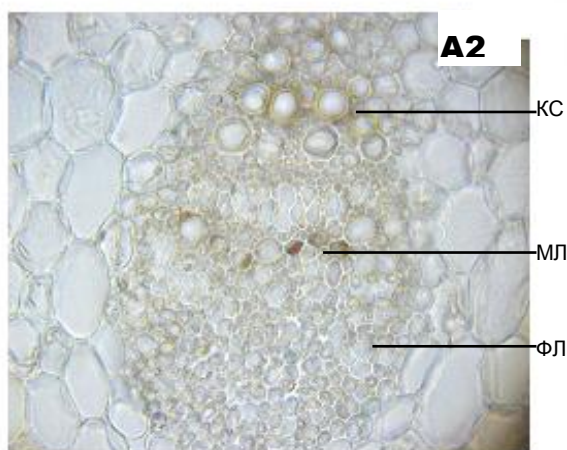


Рис. 1. Анатомическое строение цветоноса *P. somniferum* в фазе восковой спелости:
 А – ув. 15х7; Б, В – ув. 15х40

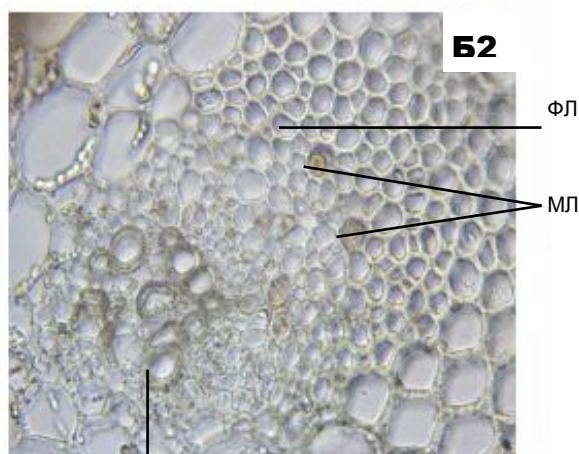
Условные обозначения: ск – склеренхима, эп – эпидерма, хпк – хлорофиллоносной парехимы клетки, кс – ксилема, оп – основная паренхима, пк – перицикл, мл – млечник.

**A1****B1****A2**

КС

МЛ

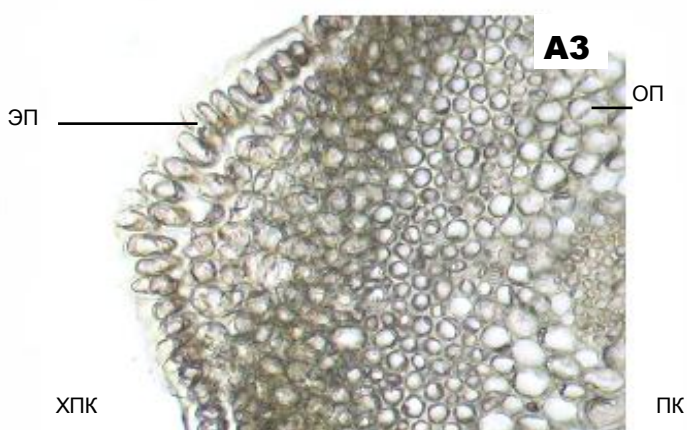
ФЛ

**B2**

ФЛ

МЛ

КС

**A3**

ОП

ЭП

ХПК

ПК

Рис.2 Анатомическое строение цветоноса *P. somniferum*

А – фаза бутонизации

(ув. 1 - 15x7, 2 - 15x40, 3 - 15x20)

Б – фаза зеленой коробочки

(ув. 1 - 15x7, 2 - 15x40)

Условные обозначения:

эп – эпидерма, хпк – хлорофиллоносной паренхимы клетки, кс – ксилема, оп – основная паренхима, фл – флоэма, пк – перицикл, мл – млечник.

Млечники мака многоклеточные, членистые и размещены во флоэмной части пучков (рис. 2, А2, Б2; рис.1, В). Они образуются из клеток, между которыми растворяются оболочки и которые, вследствие этого, сливаются в трубочки. Цитоплазма и ядра остаются и выстилают изнутри стенки млечников, а клеточный сок (млечный сок или латекс) заполняет их. Размещение млечников у мака снотворного на попе-

речном разрезе не имеет видимой закономерности. Они встречаются как по периферии флоэмы, так и в центральной ее части. Изредка млечники можно наблюдать на границе с перициклом.

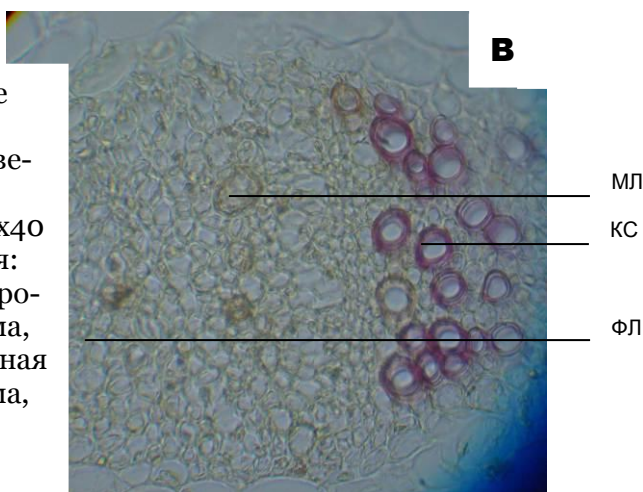
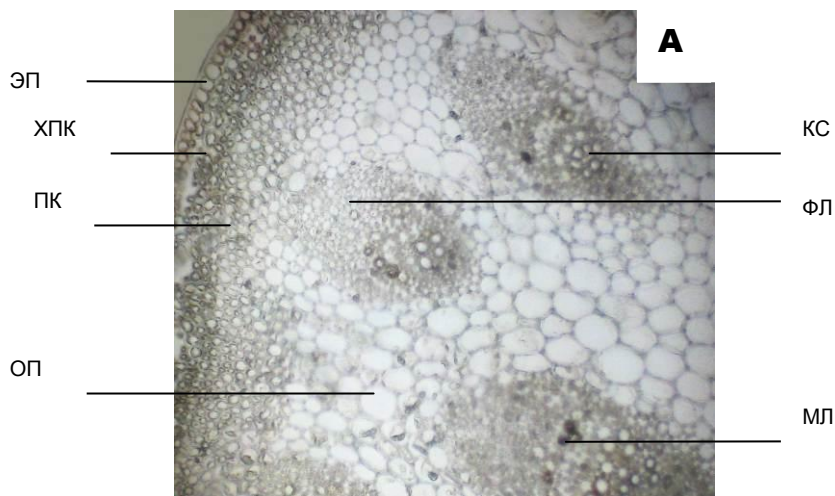


Рис. 3. Анатомическое строение цветоноса *P. Somniferum* в фазе цветения:
 А – ув. 15х7; Б, В – ув. 15х40
 Условные обозначения:
 эп – эпидерма; хп – хлорофиллоносная паренхима,
 кс – ксилема, оп – основная паренхима, фл – флоэма,
 пк - перицикл,
 мл – млечник

Структура цветоноса *P. rhoeas* L. в основных чертах сходна с *P. somniferum* L. (рис. 4 А, В). Примечательным является лишь то, что млечники *P. rhoeas* L. располагаются строго во флоэмной части пучков, а именно, в центре ее, образуя плотно

сомкнутый ряд. Таким образом, их расположение имеет строгую закономерность и определенную приуроченность.

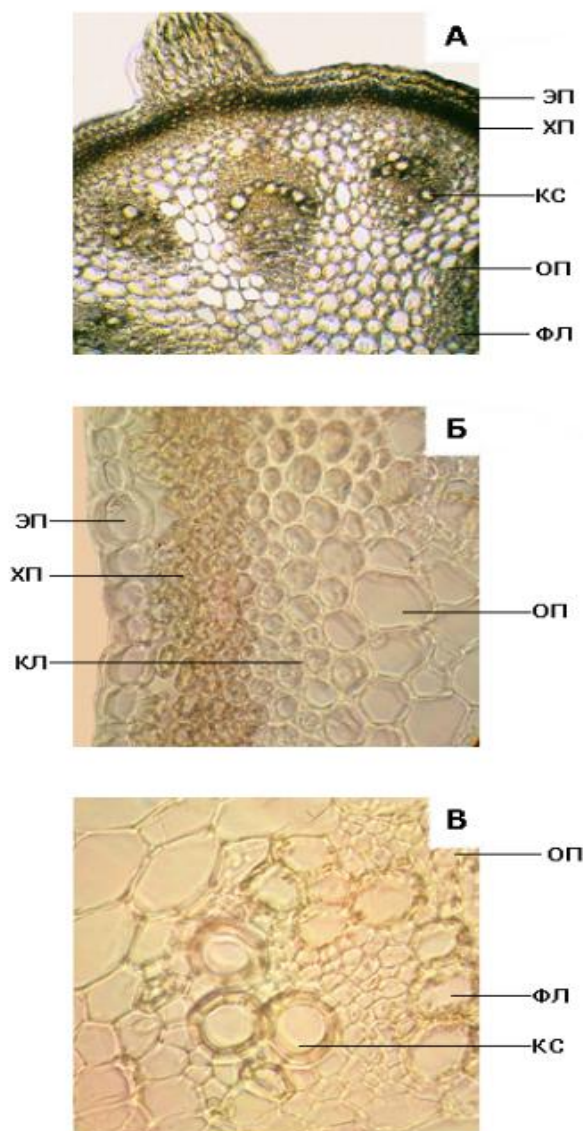


Рис. 4. Анатомическое строение цветоноса *P. rhoas* L.

А – фаза бутонизации (ув.15x7), Б - фаза зеленой коробочки (ув. 15x20),

В - фаза зеленой коробочки (ув. 15x40)

Условные обозначения: эп – эпидерма, хп – хлорофиллоносная паренхима, кс – ксилема, оп – основная паренхима, фл – флоэма, кл – колленхима

Следует также отметить, что массивные волоски, состоящие на поперечном разрезе из нескольких клеток и представляющие собой как бы спаявшиеся нитевидные многоклеточные структуры, образуются из одной материнской клетки. Их основание обычно формируется при участии субэпидермальных клеток. Массивный волосок обычно имеет вид колонки, суживающейся к концу. Число клеток на поперечном разрезе убывает от основания волоска к его вершине. Колонка обычно шероховатая, так как клетки на ее поверхности заканчиваются остриями. Согласно современной классификации анатомо-диагностических признаков растительного сырья [7] указанные волоски можно отнести к простым многоклеточным щетинистым или пучковым волоскам.



Таким образом, проведенное сравнительно-анатомическое исследование строения цветоносов представителей двух видов мака позволило выявить их микроморфологические особенности, которые могут быть положены в современные классификации и учитываться при диагностике указанных видов. Характерные морфологические признаки, коррелирующие с хозяйственно-полезным свойством, например: кроющие волоски массивного типа – с засухоустойчивостью, могут быть использованы в интродукционно-селекционной работе [11].

Выводы

1. Определена совокупность основных анатомо-морфологических признаков цветоносов *P. somniferum* L.: простые многоклеточные щетинистые или пучковые волоски, эпидермальные клетки с неравномерно утолщенными стенками, устьица аномоцитного типа, открытые коллатеральные проводящие пучки, располагающиеся в 2 круга, многоклеточные членистые млечники, находящиеся во флоэме пучков и на границе с перициклом.

2. Анатомо-морфологическая характеристика цветоносов *P. rhoeas* L. аналогична *P. somniferum* L.; отличия заключаются в различном местоположении млечников в цветоносах: у *P. rhoeas* L. они находятся строго в центре флоэмной части коллатеральных проводящих пучков в виде плотно сомкнутых клеток, располагающихся в один ряд.

Список литературы

1. Илиева С. Лекарственные культуры. София: Земиздат, 1971. – 270 с.
2. Приступина А.А. Основные сырьевые растения и их использование. Л.: Изд-во «Наука», 1973. – 412 с.
3. Лавренов В.К., Лавренова Г.В. Полная энциклопедия лекарственных растений. Т. 2 / Спб.: Издательский дом «Нева»; М.: ОЛМА-ПРЕСС, 1999. – 816 с.
4. Прозина М.Н. Ботаническая микротехника. М.: Высшая школа, 1960. – 206 с.
5. Паушева З.П. Практикум по цитологии растений. М.: Колос, 1970 – 255 с.
6. Лотова Л.И. Морфология и анатомия высших растений. – М.: Эдиториал УРСС, 2000 – 528 с.
7. Самылина И.А., Аносова О.Г. Фармакогнозия. Атлас. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2007. – Т.1. – 192 с.
8. Ботанический атлас / Под ред. Б.К. Шишкина. – М, Л: изд-во с/х литературы, журналов и плакатов, 1963. – 504 с.
9. Фурст Г.Г. Методы анатомо-гистохимического исследования растительных тканей. – М.: Наука, 1979. – 154 с.
10. Эзау К. Анатомия семенных растений. В 2-х т. Перевод с англ. М.: Мир, 1980. - 558 с.
11. Веселовская М.А. Мак (изменчивость, классификация, эволюция) // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – Л.: ВИР, 1975. – Т.55, вып. 1. - С.175 – 221

THE ANATOMIC AND MORPHOLOGICAL FEATURES OF OPIUM POPPY *PAPAVER SOMNIFERUM* L. AND CORN POPPY *P. RHOEAS* . PEDUNCLES

**E.F. Semenova¹, A.N. Cheburaeva²,
I.A. Vilкова¹, N.A. Morozkina¹,
E.V. Presnyakova³**

¹ The Penza State University, 40,
Krasnaya st, Penza, 440026.

e-mail: sefi957@mail.ru

² The Penza State Pedagogical University of Be-
linsky name, 37, Lermontova st., Penza, 440026

³ State Commission of Russian Federation
for Selection Achievements Test and Protection,
1/11, Orlikov pereulok, Moscow, 107139

The anatomic research of two poppy species peduncles, differing taxonomic place, was carried out. The micromorphological features of studied structures during budding - wax ripeness - are revealed in comparative aspect.

Key words: opium poppy, corn poppy, anatomic features, peduncles



УДК 634.722

МАГОНИЯ ПАДУБОЛИСТНАЯ (*MAHONIA AQUIFOLIUM* (PURSH) NUTT.) – РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ НА ОТЛИЧИМОСТЬ, ОДНОРОДНОСТЬ И СТАБИЛЬНОСТЬ

В.Н. Сорокопудов
О.Ю. Жидких
О.А. Сорокопудова

Белгородский государственный
национальный исследовательский
университет,
г. Белгород, ул. Победы 85.
e-mail: sorokopudov@bsu.edu.ru

Разработана методика проведения испытаний на отличимость, однородность и стабильность в условиях Ботанического сада Белгородского государственного национального исследовательского университета по новой в России плодовой культуре - Магонии падуболистной (*Mahonia aquifolium* (Pursh) Nutt.).

Ключевые слова: *Mahonia aquifolium*, побег, лист, цветок, плод, созревание, цветение, плодоношение, методика

Введение

Магония была обнаружена в 1806 году на реке Колумбия в Америке и свое родовое имя магония получила в 1818 году в честь одного из первых американских питомниководов Бернарда Макмагона (1775-1816). А видовое название – падуболистная (*Mahonia aquifolium* (Pursh) Nutt), было дано за то, что ее красивые блестящие листья очень похожи на листья падуба. На родине в Северной Америке она растет от Колорадо до Тихого океана, особенно много ее в северной части Калифорнии и штате Орегон, где она даже является растением-символом штата.

Магония – вечнозеленый кустарник, в Средней полосе России вырастающий до 1-1,2 м высотой. Растет она достаточно медленно. Листья длиной до 20 см, кожистые, блестящие, темно-зеленые, часто используются флористами для создания цветочных композиций. Состоят из 5-9 заостренных и острозакругленных по краям яйцевидных листочков длиной до 8 см. Весной, когда листья только раскрываются, они коричневато-бронзовые, чуть позже – нежные, ярко-зеленые, а осенью становятся красно-багровыми и такими остаются до будущей весны. Это изменение цвета в течение всего сезона делает магонию очень декоративной, даже ранней весной, когда она едва ли не единственная среди голого сада появляется из-под снега с листьями. Цветет магония в мае - июне в течение нескольких недель. Многочисленные желтые цветки собраны на концах ветвей в прямостоячие, разветвленные кисти 5-8 см длиной. Для привлечения насекомых-опылителей цветки источают нежный аромат. В Америке цветки магонии используют для приготовления салатов и напитков, похожих на лимонад. Плоды сначала зеленые, к августу - сентябрю созревают и приобретают темно-синюю окраску с сизоватым налетом. Плоды кисло-сладкие, сладкие несколько похожи по вкусу на плоды барбариса. Плоды магонии падуболистной широко используют для приготовления желе, вина и тонизирующих безалкогольных напитков, консервирования. В последнее десятилетие в Ботаническом саду НИУ БелГУ проводится работа по селекции данной культуры. Нами получены сладкоплодные сорта: Тимошка, Натаха, Русалка, Малышка, Сладстена. На культуру магонии в России не существовало методики отличимости, однородности и стабильности. По поручению Госсортокмиссии нами была разработана данная методика на базе собственных исследований [1] с использованием работ иностранных исследователей [2,3, 4].

Результаты исследования

Для разработки методики нами были обследованы селекционные и сортовые посадки растений магонии падуболистной в Ботаническом саду НИУ БелГУ, где изучены: морфология растений, побегов, листьев и листочков. На базе полученных данных нами были составлены ранжированные ряды по признакам изменчивости и составлены 24 параметра для таблицы признаков, по которым можно производить апробацию сортовых насаждений магонии. Затем на базе таблицы признаков была составлена анкета сорта, включающая самые отличительные признаки по сортам. Методика иллюстрирована рисунками края листочка и формой ягод для более точного адреса изучаемых признаков сорта.

I. Общие рекомендации

Данная методика испытаний относится ко всем сортам *Mahonia aquifolium* (Pursh) Nutt. и гибридам между этим и другими видами, если данные сорта схожи с *Mahonia aquifolium* (Pursh) Nutt. Одновременно следует руководствоваться документом RTG/01/3 "Общее введение по испытанию на отличимость, однородность и стабильность и составлению описаний" от 22.07.2002 г. №12-06/52 (Официальный бюллетень Госкомиссии № 6, 2002 г.).

II. Требуемый материал

1. На весь цикл испытаний необходим исходный образец растительного материала, как минимум, шесть хорошо развитых растений не старше двухлетнего возраста с не менее тремя хорошими побегами.
2. Растительный материал должен быть визуально здоровым, с высокой силой роста, не иметь поражений болезнями и повреждений вредителями.
3. Растения не должны быть обработаны ядохимикатами, если на то нет разрешения или требования Госкомиссии. Если растения были обработаны, то необходимо дать подробное описание обработки.
4. Заявитель, высылающий растения из другой страны, должен полностью соблюдать все таможенные правила.

III. Проведение испытаний

1. Полевые опыты проводят в одном месте, в условиях, обеспечивающих нормальное развитие культуры, в течение двух вегетационных периодов с плодоношением. Если в данном месте не могут быть определены какие-либо важные признаки сорта, то он может быть испытан в дополнительном месте. При необходимости испытание продолжают на третий год.
2. Размер делянок должен быть таким, чтобы можно было изымать растения или их части без ущерба для наблюдений, которые могут проводиться до конца вегетационного периода.
3. Как минимум, каждое испытание должно включать 6 растений. Проводить наблюдения и измерения на разных делянках допускается только при их размещении в одинаковых условиях.
4. Для особых целей могут быть заложены дополнительные опыты.

IV. Методы и наблюдения

1. Все наблюдения должны быть проведены на 6 растениях или частях (24), взятых от каждого из 6 растений (по 4).
2. Для оценки однородности вегетативно размножаемых сортов следует применять популяционный стандарт 1% при доверительной вероятности 95%, что соответствует 1-му нетипичному растению из шести.



V. Группирование сортов

Испытываемые и похожие сорта реферативной коллекции должны быть разбиты на группы для облегчения оценки на отличимость. Для группировки используют такие признаки, которые, исходя из практического опыта, не варьируют или варьируют незначительно в пределах сорта, и их варьирование в пределах коллекции распределено равномерно.

Рекомендуется использовать признак 12 (листочек: выемчатость края).

VI. Признаки и обозначения

Признаки, используемые для оценки отличимости, однородности и стабильности, и степени их выраженности приведены в таблице VII. Отметка (*) указывает на то, что данный признак следует отмечать каждый вегетационный период для оценки всех сортов и всегда включать в описание сорта за исключением случаев, когда степень выраженности предыдущего признака указывает на его отсутствие, или когда условия окружающей среды делают это невозможным. Отметка (+) означает, что описание признака сопровождаются в методике дополнительными объяснениями и (или) иллюстрациями.

Значениям выраженности признака присвоены индексы (1 - 9) для электронной обработки результатов.

(a)-(d) смотрите пояснения к Таблице признаков в разделе VIII.

VII. Таблица признаков

Признак	Порядок учета	Индекс	Степень выраженности	Сорт-эталон
1. Куст: форма (*)	(a)	1	пряморослый	
		3	раскидистый	
		5	стелющийся	
2. Куст: высота	(a)	3	низкий	
		5	средней высоты	
		7	высокий	
3. Лист: угол к побегу (*)	(b)	1	менее 45°	
		2	45°	
		3	перпендикулярно (90°)	
4. Лист: размер	(b)	4	более 90°	
		3	мелкий	
		5	среднего размера	
5. Лист: интенсивность зеленой окраски черешка	(b)	7	крупный	
		3	светлый	
		5	средний	
6. Лист: антоциановая окраска верхней стороны листочков	(b)	7	темный	
		1	отсутствует	
		9	имеется	
7. Лист: интенсивность антоциановой окраски верхней стороны листочков	(b)	3	слабая	
		5	средняя	
		7	сильная	
8. Лист: антоциановая окраска нижней стороны листочков	(b)	1	отсутствует	
		9	имеется	
		3	слабая	
9. Лист: интенсивность антоциановой окраски нижней стороны листочков	(b)	5	средняя	
		7	сильная	
		1	отсутствует	
10. Лист: число листочков (*)	(b)	3	менее 5	
		5	5-7	
		7	7-9	
		9	9-11	
		1	более 11	
11. Листочек: форма (*)	(b)	1	ланцетовидный	
		2	яйцевидный	
		3	овальный	
12. Листочек: выемчатость края (*)	(b)	1	отсутствует	
		3	слабая	



Признак	Порядок учета	Индекс	Степень выраженности	Сорт-эталон
(+)		5	средняя	
		7	сильная	
13. Листочек: размер	(b)	3	мелкий	
		5	среднего размера	
		7	крупный	
14. Листочек: глянцеvitость верхней стороны	(b)	1	отсутствует	
		3	слабая	
		5	средняя	
		7	сильная	
15. Листочек: глянцеvitость нижней стороны	(b)	1	отсутствует	
		3	слабая	
		5	средняя	
		7	сильная	
16. Листочек: поверхность	(b)	1	вогнутый	
(*)		2	плоский	
		3	выпуклый	
17. Листочек: окраска верхней стороны	(b)	1	светло-зеленая	
(*) во время роста (побегообразования)		2	зеленая	
		3	синевато-зеленая	
		4	зеленовато-синяя	
18. Листочек: окраска нижней стороны	(b)	1	светло-зеленая	
(*) во время роста (побегообразования)		2	зеленая	
		3	синевато-зеленая	
		4	зеленовато-синяя	
19. Листочек: окраска верхней стороны		1	желтая	
(*) осенью		2	зеленая	
		3	бронзовая	
		4	иная	
20. Соцветие: размер	(c)	3	мелкое	
		5	среднего размера	
		7	крупное	
21. Соцветие: плотность	(c)	3	рыхлое	
		5	средней плотности	
		7	плотное	
22. Цветок: окраска лепестков	(c)	1	светло-желтые	
(*)		2	темно-желтые	
		3	желтые с румянцем	
23. Плод: форма	(d)	1	овальный	
(*)		2	округлый	
(+)		3	плоскоокруглый	
		4	овально-цилиндрический	
		5	цилиндрический	
24. Плод: окраска	(d)	1	синий	
(*)		2	сине-черный	
		3	почти черный	
		4	иная	

VIII. Объяснения и методы проведения учетов

Признаки, содержащие обозначения (a)-(b)-(c)-(d) в третьей колонке Таблицы признаков, следует наблюдать следующим образом:

(a) куст: наблюдения проводят в течение периода покоя;

(b) лист: все наблюдения проводят на полностью развитом листе в период созревания плодов на верхней трети типичных ветвей;

(c) цветок и соцветие: все наблюдения проводят в период полного цветения;

(d) плод: наблюдение проводят во время массового созревания плодов.

К 12. Листочек: выемчатость края



1
отсутствует



3
слабая



5
средняя



7

сильная

К 22. Плод: форма



1

овальный



2

округлый



3

плоскоокруглый



4

овально-цилиндрический



5

цилиндрический

АНКЕТА СОРТА

1. Культура **МАГОНИЯ ПАДУБОЛИСТНАЯ** *Mahonia aquifolium*
(Pursh) Nutt. (русское название) (латинское название)

2. Заявитель _____
 (имя и адрес)

3. Предлагаемое наименование сорта

Селекционный номер

4. Сведения о происхождении, особенности поддержания и размножения сорта

4.1 Информация о методе выведения

Сорт получен путём

- 4.1.1 Скрещивания: []
 (a) контролируемого скрещивания []
 (укажите сорта-родители)
 (b) частично контролируемого скрещивания []
 (укажите известный(е) сорт(а)-родитель(и))
 (c) свободного опыления []

4.1.2 Мутация []
 (укажите сорт-родитель) _____

4.1.3 Находка []
 (укажите, где, когда обнаружен и как усовершенствовался)

4.1.4 Другое []
 (укажите подробности) _____

4.2 Информация о способе размножения сорта

4.2.1 Вегетативно размножаемые сорта []

{...варианты...} [...]



8. Требуется ли сорт предварительного разрешения для допуска к использованию в соответствии с законодательством об охране окружающей среды, здоровья человека и животных и Федеральным законом «О государственном регулировании в области генно-инженерной деятельности» от 5 июня 1996 года?

Да [] Нет []

Получено ли такое разрешение?

Да [] Нет []

Если получено, то приложите копию данного разрешения.

9. Информация о растительном материале, представленном для испытания.

9.1 Степень выраженности признака или нескольких признаков сорта может быть искажена под действием таких факторов как вредители и болезни, химическая обработка (т.е. ростовые вещества или пестициды), выращивание через культуру тканей, с помощью корневых побегов, отростков, взятых в различные фазы роста растения, и т.д.

9.2 Растительный материал не должен быть обработан ядохимикатами, которые могли бы исказить степени выраженности признаков, если на то нет разрешения или требования Госкомиссии. Если обработка имела место, то необходимо дать подробное её описание.

В данном случае, укажите ниже полную информацию о растительном материале, который будет испытываться на ООС:

(a) имеет микроорганизмы (т.е. вирусы, бактерии, фитоплазму)

ДА [] НЕТ []

(b) подвергнут химической обработке (т.е. ростовыми веществами или пестицидами)

ДА [] НЕТ []

(c) выращен через культуру тканей

ДА [] НЕТ []

(d) другие факторы

ДА [] НЕТ []

Укажите подробнее, если ответ “ДА”.

9.3 Имеет ли присланный для испытания растительный материал вирусы или другие патогены?

ДА [] Укажите подробнее

НЕТ []

Выводы

На базе проведенных исследований в условиях Ботанического сада НИУ БелГУ разработана методика отличимости, однородности и стабильности и анкета сорта для культуры магонии падуболистной, которая может быть использована научными учреждениями, занимающимися интродукцией и селекцией магонии.

Список литературы

1. Сорокопудов В.Н., Бурменко Ю.В., Жидких О.Ю. Методические указания к изучению онтогенеза (*Mahonia aquifolium* (Pursh) Nutt.). – Белгород: ИПЦ «Полигерра», 2008. – 22 с.
2. Ahrendt L. Berberis and Mahonia. A taxonomic revision // J.Linn. Soc. (Bot.) – 1961. – Vol. 57 (369). – P. 1-410
3. Lee M.K., Kim H.S. Inhibitory effects of protoberberine alkaloids from the roots of *Coptis japonica* on catecholamine biosynthesis in PC12 cells. – *Planta Med.* – 1996. Vol. 62. – P. 31-34.
4. Hansel R. *Mahonia aquifolium* – Ein pflanzliches Antipsoriatikum. Dt. Apoth. Ztg. – 1992. – Bd. 132- 140. S. 2095-2097.



**WORKING OUT OF THE TECHNIQUE OF CARRYING OUT
OF TESTS FOR DISTINGUISHABILITY, UNIFORMITY AND STABILITY –
МАГОНИЈА ПАДУБОЛИСТНАЯ (MAHONIA AQUIFOLIUM (PURSH) NUTT.)**

V.N. Sorokopudov
O.U. Zhidkih
O.A. Sorokopudova

*Belgorod National Research Uni-
versity, Belgorod,
street of the Victory 85*

e-mail: sorokopudov@bsu.edu.ru

The technique of carrying out of tests for distinguishability, onesortnost and stability in the conditions of the Botanical garden Belgorod gosudarstvenno-go national research university on a new fruit crop in Russia - *Mahonia aquifolium* (Pursh) Nutt.).

Key words: *Mahonia aquifolium*, runaway, sheet, a flower, a fruit, maturing, fructification, a technique



УДК 581.9:(470.23)

АНАЛИЗ ДИКИХ РОДИЧЕЙ КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ ФЛОРЫ ЛУЖСКОГО РАЙОНА ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Т.Н. Смекалова
Л.Ю. Шипилина

ГНУ ВНИИР им. Н.И. Вавилова,
190000, С-Петербург,
ул. Большая Морская, 42-44

e-mail: t.smekalova@vir.nw.ru;
l.shipilina@vir.nw.ru

Исследованы дикие родичи культурных растений в адвентивной и аборигенной фракциях флоры Лужского района Ленинградской области. По особенностям географического распространения, все виды ДРКР можно отнести к нескольким группам. Выделенные виды с близкими типами ареалов объединены в более крупные хронологические группы.

Ключевые слова: дикие родичи культурных растений, географическое распространение, типы ареалов.

Для создания новых, высокопродуктивных сортов растений, адаптированных к неблагоприятным условиям внешней среды, болезням и вредителям, необходимо сохранение не только максимально широкого спектра разнообразия возделываемых растений и близких к ним диких видов, но и в целом экосистем, в состав которых входят те или иные виды.

Разнообразие генетических ресурсов растений (ГРР), состоящих из культурных растений (КР) и их диких родичей (ДРКР), характеризуется такими основными параметрами или элементами ГРР как *таксоны различного ранга* в разных хронологических подразделениях биосферы (таксономическое разнообразие ГРР). Осуществляя учёт единиц таксономического разнообразия, следует помнить, что ни один таксон не может существовать вне конкретных биоценозов и экосистем, характеризующих типологическое разнообразие ГРР. Это - широкий спектр разнообразий, которые подразделяются как по категории признаков растительных организмов (на элементы флоры), так и по степени сходства, основанного на совокупности признаков в пределах той или иной категории. Так, различаются разные категории типологических элементов: географические, экологические, ценологические, биологические и другие, а также – смешанные типы (эколого-географические, ценогеографические и др.). Если переход от списка видов флоры к перечню надвидовых и внутривидовых таксонов является первым шагом анализа соотношений филумов в той или иной флоре, то аналогичные действия по отношению к типологическим элементам позволяют представить эту флору как закономерное сочетание структурных и функциональных типов (например, цено типов).

Именно такой синтетический, сопряжённый подход к изучению ГРР (в первую очередь - диких родичей культурных растений, как их неотъемлемого компонента) как системы таксономических и типологических единиц может считаться единственно верным, научно обоснованным, способным создавать необходимые предпосылки не только для его анализа, но и для рационального сохранения.

Для учёта типологического (прежде всего – биохронологического, БХР) разнообразия наиболее подходящими его единицами являются конкретные (элементарные, парциальные) флоры, в общем плане отображающие флору, растительность, биоту ландшафта [3]. На практике наиболее распространённой единицей БХР при сравнительно-флористических исследованиях стала локальная флора – проба флористической ситуации в данном географическом пункте [4, 5,6,7]. В горных районах учётной единицей БХР может быть флора речного бассейна (ущелья) [1]. Сопряжённое представление данных по таксономическому и типологическому разнообразию диких родичей культурных растений достигается путём учёта распределения иерархически соподчинённых единиц (в первую очередь – видов) по единицам биохронологического разнообразия (в иерархической системе соподчинённых экотопологических и географических выделов), т.е. – через раскрытие эколого-географической

структуры ДРКР. Первым шагом изучения таксонов должна быть их инвентаризация или кадастровый учёт, в который, как минимум, должна быть включена информация о географическом распространении каждого вида в соответствующем регионе и о распределении его по экотопам и сообществам.

Для изучения дикорастущих родичей культурных растений в составе флоры южной тайги северо-запада России на примере модельной территории Лужского района Ленинградской области был предпринят краткий анализ как аборигенной, так и адвентивной фракций флоры. Всего во флоре исследуемого района насчитывается 1294 вида сосудистых растений.

Таксономический анализ

Основу **аборигенной флоры** Лужского района составляют цветковые растения, представленные 716 видами (94,6%), их них на долю *Liliopsida* приходится - 231 вид (30,6%), *Magnoliopsida* – 485 видов (64%); оставшиеся 5,4% растений составляют отделы: *Lycopodiophyta* – 9 видов, *Equisetophyta* – 8 видов, *Polypodiophyta* – 19 видов, в совокупности составляют - 5,2%; *Pinophyta* – 2 вида (0,4%). Средний показатель видового разнообразия, приходящийся на одно семейство 7,55% или 57 видов.

В **адвентивной фракции** флоры насчитывается 539 видов входящие в 309 родов и 71 семейство. Основу составляют цветковые растения, представленные 526 видов (97,6%), их них на долю *Liliopsida* приходится - 96 вид (17,8%), *Magnoliopsida* – 430 видов (79,7%); оставшиеся 2,4% растений представлены в отделе *Pinophyta* – 13 видов. Средний показатель видового разнообразия, приходящийся на одно семейство 7,59% или 41 видов. 19 семейств содержит в себе только по одному роду и одному виду (*Thuja occidentalis*, *Colchicum speciosum*, *Schisandra chinensis*, *Cleretum bellidiforme*, *Portulaca grandiflora*, *Fagus sylvatica*, *Reseda lutea*, *Tropaeolum majus* и др.). Наиболее крупные семейства и роды в составе адвентивной флоры: *Asteraceae* (55); *Brassicaceae* (47); *Rosaceae* (44); *Poaceae* (42); *Fabaceae* (35); *Caryophyllaceae* (23); *Liliaceae* (13). В родовом спектре первые позиции занимают *Rosa* (8); *Vicia* (8); *Lilium* (7); *Atriplex* (6); *Crocus* (6); *Rumex* (6). Семейства, имеющие самые крупные роды по числу видов: *Rosaceae*, *Fabaceae*.

На исследованной территории произрастает 103 вида диких родичей культурных растений в составе **аборигенной** флоры, что составляет около 14% от общего числа всех видов, обитающих здесь, и 6% от общего числа ДРКР, растущих на территории России (Смекалова, Чухина, 2005). Все эти виды обладают ценными адаптивными признаками, выработавшимися за длительный историко-эволюционный процесс, т.е. устойчивы к сложным климатическим и орографическим условиям северо-запада России (морозостойкость, засухоустойчивость и др.).

В **адвентивную** фракцию флоры, исключая виды, находящиеся в культуре или преднамеренно интродуцированные человеком, входит 116 видов ДРКР из 23 семейств. Ведущими по числу видов ДРКР семействами адвентивной фракции (таблица) являются *Poaceae* (27), *Fabaceae* (22), *Rosaceae* (15), *Brassicaceae* (12), *Polygonaceae* (9), *Chenopodiaceae* (5).

Таблица

Семейства, содержащие крупнейшие по числу ДРКР роды в адвентивном элементе флоры

Семейство	число родов	число видов	Название родов
1. POACEAE	3	14	<i>Bromus, Avena, Lolium</i>
2. FABACEAE	2	10	<i>Vicia, Melilotus</i>
3. ROSACEAE	2	10	<i>Rosa, Malus</i>
4. POLYGONACEAE	1	6	<i>Rumex</i>
5. PAPAVERACEAE	1	3	<i>Papaver</i>
6. AMARANTHACEAE	1	3	<i>Amaranthus</i>
7. BRASSICACEAE	1	3	<i>Lepidium</i>

Сохраняется общая картина спектра ведущих семейств, характерная для аборигенной фракции флоры, что определяется экологическими и географическими ус-



ловиями и не противоречит спектральному составу крупнейших семейств ДРКР аборигенной фракции. Именно эти семейства дали самое большое число культурных видов во всем мире.

Экологический анализ:

В результате проведенного экологического анализа ДРКР было выявлено значительное преобладание во флоре группы мезофитов (71,84%), на втором и третьем местах закономерно расположились мезоксерофиты, ксеромезофиты и мезогигрофиты.

Наибольшая вариабельность экологических групп ДРКР представлена в семействе *Poaceae*. Виды данного семейства способны внедряться в любые фитоценозы и характеризуются большим разнообразием подходящих для них мест обитания на данной территории. Некоторая пластичность экологических групп проявляется в семействах *Ericaceae*, *Rosaceae*, *Fabaceae*, *Lamiaceae*. Большая консервативность присуща семействам: *Alliaceae*, *Polygonaceae*, *Betulaceae*, *Hypericaceae*, *Cannabaceae*, *Urticaceae*, *Grossulariaceae*, *Linaceae*, *Viburnaceae*, *Caprifoliaceae*, *Solanaceae*, *Asteraceae*, в которых представлена только мезофитная группа. Группа ксерофитов представлена только в семействе *Poaceae*, гигрофиты – в семействе *Apiaceae*. Особый интерес представляет семейство *Ericaceae*, в котором представлены две совершенно особые группы: психромезофиты и психрофиты. Местом обитания группы психромезофитов (*Vaccinium myrtillus*, *V. uliginosum*) являются хорошо увлажненные зеленомошные или сфагновые сосновые леса, зеленомошные простые ельники или сложные ельники, расположенные на плакорах с примесью мелколиственных пород деревьев. Психрофиты (*Oxycoccus palustris*, *O. microcarpus*, *Rubus chamaemorus*) приурочены к сфагновым заболоченным сосновым лесам, верховым олиготрофным болотам.

Наибольшее число мезофитов представлено в семействах – *Fabaceae* (18), *Poaceae* (17), *Rosaceae* (14), далее с большим отрывом *Polygonaceae* (4), *Grossulariaceae* (4).

Географический анализ

Для флоры исследуемого района, как и для флоры Северо-Запада в целом, характерно преобладание широко распространенных растений, ареал которых охватывает всю умеренную зону Европы и Азии.

По особенностям географического распространения, все виды ДРКР можно отнести к нескольким группам. Выделенные виды с близкими типами ареалов объединены в более крупные хронологические группы:

Субциркумбореальные – *Allium schoenoprasum*, *Vaccinium uliginosum*; **циркумбореальные** – *Festuca rubra*, *F. ovina*, *Poa pratensis*, *P. nemoralis*, *P. palustris*, *Phalaroides arundinacea*, *Alopecurus aequalis*, *Rumex maritimus*, *Rhodococcum vitis-idaea*, *Oxycoccus palustris*, *Mentha arvensis*; **американо – евроазиатские** – *Agrostis canina*, *Alopecurus geniculatus*, *Vaccinium myrtillus*, *Humulus lupulus*, *Rubus arcticus*, *R. chamaemorus*, *Rosa acicularis*, *Cathartolinum catharticum*, *Mulgedium sibiricum*; **евроазиатские** – *Allium angulosum*, *Elymus caninus*, *Arrhenatherum elatius*, *Trisetum flavescens*, *Agrostis gigantea*, *A. capillaries*, *A. stolonifera*, *Festuca polesica*, *Schedonorus giganteus*, *S. pratensis*, *Poa angustifolia*, *P. remota*, *P. trivialis*, *P. compressa*, *Dactylis glomerata*, *Cynosurus cristatus*, *Beckmannia eruciformis*, *Phleum nodosum*, *P. pretense*, *Alopecurus pratensis*, *Rumex hydrolapathum*, *R. pseudonatronatus*, *R. aquaticus*, *Hypericum perforatum*, *H. maculatum*, *Oxycoccus microcarpus*, *Urtica galeopsifolia*, *Ribes spicatum*, *R. scandicum*, *R. alpinum*, *R. nigrum*, *Rubus idaeus*, *Rosa majalis*, *R. mollis*, *Fragaria viridis*, *Padus avium*, *Onobrychis arenaria*, *Vicia sylvatica*, *V. cassubica*, *Lathyrus vernus*, *L. sylvestris*, *Trifolium montanum*, *Carum carvi*, *Oenanthe aquatic*, *Daucus carota*, *Lonicera xylosteum*, *Solanum dulcamara*, *Dracocephalum ruyschiana*, *Salvia verticillata*; **европейские** – *Allium oleraceum*, *Bromopsis riparia*, *Festuca uniflora*, *F. brevifolia*, *Poa humilis*, *Rubus nessensis*, *R. saxatilis*, *Rosa dumalis*, *Fragaria moschata*, *Malus sylvestris*, *Anthyllis arenaria*, *A. schiwereckii*, *A. macrocephala*, *Anthriscus sylvestris*, *Lonicera baltica*; **евроазиатско-американо-африкано-австралийские** – *Setaria viridis*; **европейско-азиатско-кавказские** – *Corylus avellana*; **евроазиатско – африканские** – *Fragaria vesca*, *Lathyrus pratensis*, *Viburnum opulus*.

Зональные группы:

Арктоумеренные - *Agrostis capillaris*, *Festuca rubra*, *F. ovina*, *Poa palustris*, *P. palustris*, *Phalaroides arundinacea*, *Rumex aquaticus*, *Vaccinium myrtillus*, *V. uliginosum*, *Rhodococcum vitis-idaea*, *Oxycoccus palustris*, *O. microcarpus*, *Ribes nigrum*, *Rubus idaeus*, *R. saxatilis*, *R. arcticus*, *R. chamaemorus*, *Lathyrus palustris*, *Mulgedium sibiricum*; **умеренные** (75) - *Allium angulosum*, *A. schoenoprasum*, *Elymus caninus*, *Arrhenatherum elatius*, *Agrostis gigantea*, *A. stolonifera*, *Schedonorus giganteus*, *S. pratensis*, *Poa pratensis*, *P. humilis*, *P. angustifolia*, *P. remota*, *P. trivialis*, *P. nemoralis*, *P. compressa*, *Dactylis glomerata*, *Rumex hydrolapathum*, *R. maritimus*, *Corylus avellana*, *Hypericum perforatum*, *H. maculatum*, *Humulus lupulus*, *Ribes spicatum*, *R. alpinum*, *Rosa majalis*, *R. acicularis*, *Onobrychis arenaria*, *Lotus corniculatus*, *Lathyrus vernus*, *Cathartolinum catharticum*, *Anthriscus sylvestris*, *Carum carvi*, *Oenanthe aquatica*, *Solanum dulcamara*, *Dracocephalum ruyschiana*, *Salvia verticillata* и др.; **северные умеренные** - *Lonicera xylosteum*; **южные умеренные** - *Beckmannia eruciformis*, *Urtica galeopsifolia*, *Daucus carota*, *Viburnum opulus*; **плюризональные** - *Setaria viridis*.

После проведенной ревизии выявлено основное ядро ДРКР, которое относится к группе евроазиатских умеренных видов (*Allium angulosum*, *Elymus caninus*, *Arrhenatherum elatius*, *Trisetum flavescens*, *Agrostis gigantea*, *A. stolonifera*, *Festuca polesica*, *Schedonorus giganteus*, *S. pratensis*, *Poa angustifolia*, *P. remota*, *P. trivialis*, *P. compressa*, *Dactylis glomerata*, *Cynosurus cristatus*, *Phleum nodosum*, *P. pratense*, *Rumex hydrolapathum*, *R. pseudonatronatus*, *Hypericum perforatum*, *H. maculatum*, *Ribes spicatum*, *R. scandicum*, *R. alpinum*, *Rubus caesius*, *Rosa majalis*, *R. mollis*, *Fragaria viridis*, *Padus avium*, *Onobrychis arenaria*, *Vicia sylvatica*, *V. cassubica*, *V. cзacca*, *Lathyrus vernus*, *L. sylvestris*, *Medicago falcata*, *M. lupulina*, *Trifolium montanum*, *T. hybridum*, *T. repens*, *T. medium*, *Carum carvi*, *Oenanthe aquatica*, *Solanum dulcamara*, *Dracocephalum ruyschiana*, *Salvia verticillata*).

В группах ДРКР расположились далее следующим образом: европейские умеренные (*Allium oleraceum*, *Bromopsis riparia*, *Festuca unifaria*, *F. brevipila*, *Poa humilis*, *Rubus nessensis*, *Rosa dumalis*, *Fragaria moschata*, *Malus sylvestris*, *Anthyllis arenaria*, *A. schiwereckii*, *A. macrocephala*, *Lotus corniculatus*, *Lathyrus linifolius*, *Anthriscus sylvestris*, *Lonicera baltica*); евроазиатские арктоумеренные (*Agrostis capillaris*, *Alopecurus pratensis*, *Rumex aquaticus*, *Oxycoccus microcarpus*, *Ribes nigrum*, *Rubus idaeus*, *Vicia sepium*, *Lathyrus palustris*); циркумбореальные арктоумеренные (*Festuca rubra*, *F. ovina*, *Poa palustris*, *Phalaroides arundinacea*, *Rhodococcum vitis-idaea*, *Oxycoccus palustris*); циркумбореально умеренные (*Poa pratensis*, *P. nemoralis*, *Alopecurus aequalis*, *Rumex maritimus*, *Mentha arvensis*); американо-евроазиатские умеренные (*Agrostis canina*, *Alopecurus geniculatus*, *Humulus lupulus*, *Rosa acicularis*, *Cathartolinum catharticum*); американо-евроазиатские арктоумеренные (*Vaccinium myrtillus*, *Rubus arcticus*, *R. chamaemorus*, *Mulgedium sibiricum*); евроазиатские южноумеренные (*Beckmannia eruciformis*, *Urtica galeopsifolia*, *Poterium sanguisorba*); субциркумбореальные арктоумеренные (*Vaccinium uliginosum*); субциркумбореальные умеренные (*Allium schoenoprasum*); евроазиатские - северные умеренные (*Lonicera xylosteum*); европейские арктоумеренные (*Rubus saxatilis*); евроазиатско-американо-африкано-австралийские плюризональные (*Setaria viridis*); евроазиатские-кавказские умеренные (*Corylus avellana*); евроазиатско-африканские арктоумеренные (*Lathyrus pratensis*), евроазиатско-африканские умеренные (*Fragaria vesca*), евроазиатско-африканские южноумеренные (*Viburnum opulus*).

Сравнительный анализ ДРКР выявил аналогичные закономерности, что и для видового состава флоры в целом: на первых местах расположились группы евроазиатские умеренные, европейские умеренные, евроазиатские арктоумеренные, циркумбореальные арктоумеренные, циркумбореально умеренные.

Список литературы

1. Камелин Р.В. Флорогенетический анализ естественной флоры горной Средней Азии. Л., Наука, 1973, 355 с.



2. Смекалова Т.Н., Чухина И.Г. Дикие родичи культурных растений России. Каталог мировой коллекции ВИР, вып. 76, СПб, 2005, 54 с.
3. Сочава В.Б. Введение в учение о геосистемах. Новосибирск: Наука, 1978, 319 с.1978
4. Юрцев Б.А. Некоторые тенденции развития метода конкретных флор. Бот.журнал, 1977, т.60, №1, с. 69-73.
5. Юрцев Б.А. Флора как природная система // Бюлл.МОИП, отд.биол.,1982, т.87, №4, с.3-22.
6. Юрцев Б.А. Флора как базовое понятие флористики: содержание понятия, подходы к изучению// Теоретические и методические проблемы сравнительной флористики. Л., 1987, с.3-28.
7. Шеляг-Сосонко Ю.Р. О конкретной флоре и методе конкретных флор // Бот.Журнал, 1980, т.6, с.761-774.

ANALYSIS OF CROP WILD RELATIVES IN FLORA OF THE LUGA AREA FROM LENINGRAD REGION

T.N. Smekalova
L.J. Shipilina

*All-Russian N.I.Vavilov Institute
of Plant Industry, 190000, St-Peterburg,
Bolshaja Morskaja street, 42-44*

*e-mail: t.smekalova@vir.nw.ru;
l.shipilina@vir.nw.ru*

Crop Wild Relatives (CWR) in adventive and native fractions of Luga area flora from Leningrad region are investigated. On features of the geographical distribution, all CWR species can be carried to several groups. The allocated species with related types of areas of distribution areas are united in larger chorological groups.

Key words: Crop Wild Relatives (CWR), geographical distribution, types of areas of distribution.

УДК 633.31/37 : 633.366 : 502.171 (470+571)

ОСОБЕННОСТИ СТРАТЕГИИ СОХРАНЕНИЯ *IN SITU* ВИДОВ РОДА *MELILOTUS* MILL. НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ

Метод *in situ* предполагает сохранение видов в естественных, сравнительно ненарушенных экосистемах; такие экосистемы характерны для особо охраняемых природных территорий (ООПТ), прежде всего – заповедников с жестким режимом охраны. Сохранение приоритетных видов рода *Melilotus* на территории России возможно в пределах 56-ти заповедников. *M. scythicus* не обнаружен на территории ни одного из заповедников страны. *M. hirsutus*, произрастает на территории Кавказского заповедника. Оба эти вида приоритетны для сохранения *in situ*. Для *M. scythicus* мы предлагаем изучение состояния популяций вида в районе произрастания, с последующим регулярным мониторингом. Необходимо введение *M. scythicus* в Красную Книгу Астраханской области. В случае обнаружения вида в пределах существующих ООПТ, расположенных вблизи известных местонахождений вида, необходимо включить его в систему мониторинга и применить меры жесткой охраны. Для обоих видов оптимально применение комплементарного метода сохранения (сочетание *in situ* и *ex situ* путей сохранения).

Т.Н. Смекалова
Г.В. Таловина

ГНУ ВНИИР им. Н.И. Вавилова,
190000, С-Петербург,
ул. Большая Морская, 42-44

e-mail: t.smekalova@vir.nw.ru;
g.talovina@vir.nw.ru

Ключевые слова: *in situ* сохранение, *Melilotus* (донник), критерии приоритетности к сохранению.

Представители рода *Melilotus* Mill. – это и уже введенные в культуру виды, имеющие сорта различных направлений использования, главным образом, - кормового и технического, и дикие виды, в большинстве своём - перспективные для введения в культуру. Дикие виды рода относятся к числу диких родичей культурных растений (ДРКР) и, вместе с культурными растениями, входят в состав генетических ресурсов растений (ГРР). Они неравнозначны по характеру использования, степени участия в селекционном процессе и по систематической близости к введенному в культуру виду. Для успешного их сохранения с целью дальнейшего использования необходимо не только исследование их таксономических, экологических, географических и других особенностей, но и изучение основных направлений их использования.

К диким родичам культурных растений относятся эволюционно-генетически близкие к культурным растениям виды естественной флоры, входящие в один род с культурными растениями, потенциально пригодные для введения в культуру или использования в процессе получения новых сортов [5].

ВНИИР им. Н. И. Вавилова (ВИР) в течение многих десятилетий занимается как проблемами *изучения и сбора* культурных растений и их дикорастущих родичей, так и проблемами *сохранения* их в генетических коллекциях (*ex situ*) и в составе природных растительных сообществ (*in situ*).

После принятия «Конвенции о биоразнообразии» [1] сохранение генетического разнообразия *in situ* становится в мире приоритетным направлением. Конвенция является главной составляющей стратегии и политики каждого государства в области биоразнообразия и рекомендует считать *in situ* основным типом сохранения. Суть этого метода заключается в сохранении экосистемы, в составе которой произрастает вид. В 1996 году утвержден Глобальный план действий по сохранению и устойчивому использованию генетических ресурсов растений для продовольствия и сельского хозяйства (ГРР ПСХ), определяющий в дальнейшем стратегические направления деятельности по *in situ* сохранению (4 блок мероприятий) и развитию ГРР на локальном, региональном и международном уровнях.



Оба пути сохранения обладают собственными *достоинствами* и *недостатками*, но они, тем не менее, могут и должны дополнять друг друга (таблица).

Таблица

Основные достоинства и недостатки *in situ* и *ex situ* сохранения генетических ресурсов растений (ГРР)

Основные достоинства	Основные недостатки
<i>EX SITU</i>	
<ul style="list-style-type: none"> • Сосредоточенность растительного разнообразия как исходного материала в одном месте, в искусственно контролируемых условиях; • Относительная безопасность и гарантия сохранения; • Возможность последовательного и целенаправленного изучения, а также – ускоренного использования в селекции; • Оперативная доступность для пользователя; • Централизованное управление, возможность обработки данных, создание единой базы данных; • Возможность постоянного учета и контроля продвижения материала. 	<ul style="list-style-type: none"> • Сохраняются лишь отдельные фрагменты популяций: отдельные растения, семена, ДНК, пыльца или вегетативные части растений; • Состав коллекции постепенно обедняется в связи с постоянным пересевом и механическими потерями; • Содержание коллекций и их поддержание в живом виде связано с большими финансовыми затратами; • Наличие штата научных сотрудников и технического персонала для работы с коллекций и необходимость их профессиональной подготовки.
<i>IN SITU</i>	
<ul style="list-style-type: none"> • В экосистемах продолжается процесс эволюции; • Сохраняется ценоз; вид взаимодействует с окружающей средой; • Генетический состав популяции не обедняется отбором отдельных элементов; только во всем своем многообразии, во взаимосвязи и сосуществовании популяций друг с др., сохраняется таксон любого ранга, в т. ч. и вид; • Все компоненты биоразнообразия также находятся в тесной взаимосвязи друг с другом (насекомые-опылители, животные-разносчики семян и др.); • Местное население может участвовать в процессе сохранения; • Финансовые затраты меньше, чем при сохранении коллекций. 	<ul style="list-style-type: none"> • Устойчивая и возрастающая угроза исчезновения в связи с антропогенным воздействием; • Отсутствие единой национальной стратегии сохранения и единой методики исследований; • Отсутствие методической базы для проведения мониторинга, сохранения, учета и контроля над компонентами биоразнообразия; отсутствие базы данных; • Отсутствие координирующего учреждения и обеспечение его научной базой для изучения; • Относительная трудодоступность и неоперативность в получении материала для пользователей.

Метод *in situ* предполагает сохранение видов в естественных, сравнительно ненарушенных экосистемах; такие экосистемы характерны для особо охраняемых природных территорий (ООПТ), прежде всего – заповедников с жестким режимом охраны. Большинство видов родичей не являются редкими или уязвимыми растениями и не взяты под специальную охрану. Для них территории заповедников, расположенные в пределах ареалов этих видов, являются реальными местами для сохранения генофонда. Но исключительно большое значение приобретают заповедники для сохранения редких, исчезающих или уязвимых видов ДРКР. Пока нет реальных возможностей организовывать специальные резерваты для сохранения таких видов, и основными и наиболее надежными территориями для сохранения их генофонда становятся ООПТ различного ранга (в первую очередь – заповедников), на которых данные виды произрастают.

Для территории России разработана стратегия сохранения ДРКР [6], ключевыми моментами которой являются выбор объектов для сохранения (приоритетных к сохранению видов), выбор территорий, на которых следует сохранять эти виды, и разработка конкретных мероприятий по сохранению для каждого вида.

Выбор объектов сохранения. Виды ДРКР неравнозначны как по степени редкости, уязвимости в местах их произрастания, так и по степени их востребованности человеком и экономической важности. Большая их часть представлена широко распространенными растениями, популяции которых находятся в стабильно равновесном состоянии. Разрабатывать специальные меры охраны для таких видов, не-

смотря на их селекционную значимость, нет необходимости – для большинства этих растений нет реальной угрозы их исчезновения в местах произрастания. Для того чтобы решить вопрос с выбором видов, нуждающихся в первоочередном сохранении *in situ*, были разработаны *критерии приоритетности к сохранению* [7]. Таких критериев два:

1. Родство и экономическая важность;
2. Редкость и уязвимость.

Для выделения приоритетных к сохранению видов каждый вид ДРКР анализируется нами по двум критериям, состоящим из отдельных показателей:

1. *Критерий родства и экономической важности*

Показатели:

- степень использования в хозяйственных целях, участие в селекционном процессе (непосредственное использование, участие в гибридизации, использование в качестве доноров полезных признаков, в качестве подвоев и т.д.);
- таксономическая близость к культивируемому виду.

По результатам анализа по данному критерию, проведенного с использованием большого количества литературы и консультаций кураторов коллекций различных культур генбанка ВИР, общий список ранжируется на 5 групп:

I. Вид представлен в культуре, имеет сорта, экономически важен;

II. Вид участвует в скрещиваниях, используется как подвой или источник генов;

III. Перспективен для использования, находится в близком родстве с культурным видом (в составе одной секции, одного подрода);

IV. Другие полезные виды этого рода, используемые в собирательстве или народной селекции (сортов нет);

V. Все остальные виды данного рода.

2. *Критерий редкости и уязвимости*

Виды ДРКР неравнозначны также по степени редкости, уязвимости, угрозы исчезновения и т. п. Некоторые из них включены в Международную [7], региональные «Красные книги» [2] и отнесены по международной классификации, принятой Международным союзом охраны природы к следующим категориям редкости:

- исчезающие (Endangered),
- уязвимые (Vulnerable),
- редкие (Rare).

Такие виды подлежат первоочередному сохранению *in situ*. В их число должны быть также включены и узколокальные эндемы различных регионов, а также виды ДРКР, имеющие на территории России небольшую часть ареала.

Таким образом, в число ДРКР, нуждающихся в первоочередном сохранении (приоритетные к сохранению) в составе природных ценозов (*in situ*), по результатам анализа по обоим критериям, входят:

- виды из числа ДРКР, которые относятся к перечисленным выше категориям редкости, а также - узколокальные эндемы и субэндемы различных регионов России;
- виды, входящие в группы ранжирования 1 и 2 – наиболее экономически важные.

Для изучаемого рода приоритетными к сохранению на территории России являются: *M. hirsutus* Lipsky, *M. scythicus* O.E. Schulz. Оба этих вида являются узколокальными и относятся к субэндемам России (наибольшая часть их небольшого ареала лежит на исследуемой территории). Кроме того, по критерию родства и экономической важности в группу приоритетных к сохранению попадают *M. albus* Medik., *M. officinalis* (L.) Pall., которые относятся к I группе ранжирования, а также *M. dentatus* (Waldst. & Kit.) Pers., *M. suaveolens* Ledeb., *M. polonicus* (L.) Pall., *M. wolgicus* Poir. – к III группе.

Выбор территории сохранения

Для выбора территории, на которой необходимо сохранять приоритетные таксоны, строятся карты ареалов видов. Наложение карт ареалов приоритетных к сохранению таксонов позволяет выявить места их максимальной концентрации. А совме-



щение мест концентрации с территориями заповедников, в свою очередь, позволяет выявить места, где данные виды могут быть реально сохранены в составе природных растительных сообществ (*in situ*).

Разработка конкретных мероприятий по сохранению

Разработке конкретных мероприятий по сохранению должно предшествовать тщательное изучение объектов сохранения, их морфологических, таксономических, биологических, географических, экологических и других особенностей. Следовательно, необходимо провести комплексные геоботанические, фитоценологические, популяционные и др. исследования по каждому приоритетному к сохранению виду. На основании полученных результатов исследований необходимо разработать систему мониторинга для всех приоритетных к сохранению видов и конкретные мероприятия по сохранению.

Регулярный мониторинг состояния популяций видов донника, приоритетных к сохранению, необходимо проводить на территориях заповедников, гарантирующих их безопасное сохранение, а также - в местах их максимальной концентрации вне охраняемых природных территорий и в местах сосредоточения уникальных генотипов.

К сожалению, организация специальных мер по сохранению ДРКР не всегда возможна в местах максимальной концентрации видов, на краевых частях их ареалов или в уникальных экологических условиях (засолённые, с избыточным увлажнением и др.). В этом случае можно идти по пути сохранения этих видов на территории ООПТ, и в 1-ю очередь – заповедников, с их строгим режимом охраны [3, 4]. Сохранение приоритетных видов рода *Melilotus* на территории России возможно в пределах 56-ти заповедников: *M. albus* (43 заповедника), *M. officinalis* (39), *M. dentatus* (9), *M. suaveolens* (15), *M. polonicus* (3), *M. wolgicus* (2), *M. hirsutus* (1).

По результатам анализа распространения видов в заповедниках России оказалось, что максимальное число видов *Melilotus* обнаружено в Астраханском и Хакасском государственных заповедниках – 4 из 8 видов, произрастающих на территории России; в Жигулевском, Ильменском, Сохондинском, Хинганском и Хоперском заповедниках – по 3 вида. Во всех этих заповедниках находится уникальный генный материал, т.к. территории указанных заповедников расположены в районах максимальной концентрации видов рода. Эти заповедники находятся в областях максимального генотипического разнообразия рода и представляют особый интерес для сохранения популяций хозяйственно ценных видов. Нами установлено, что это территории Прикаспийской низменности и Южного Поволжья, а также горы Южной Сибири, Предбайкалье и Забайкалье. Заповедники, в которых возможно сохранение краевых популяций экономически важных видов, расположены в России в основном вдоль северных и восточных границ их ареалов. Для *M. albus*, *M. officinalis* это в первую очередь заповедники Нижне-Свирский, Нургуш, Столбы; для *M. albus* и *M. suaveolens* следует отметить Байкальский; для *M. wolgicus* – Ростовский, Жигулевский, Галичья Гора. В пределах северной границы распространения *M. dentatus*, вид обнаружен в Воронинском заповеднике, на территории Тамбовской области и внесен в Красную Книгу области. Для вышеперечисленных экономически важных видов, которые достаточно полно сохраняются в заповедниках России, не требуется каких-либо специальных мер охраны, несмотря на их высокую экономическую значимость.

M. hirsutus, приоритетный для сохранения *in situ*, произрастает на территории Кавказского заповедника; *M. scythicus* не обнаружен на территории ни одного из заповедников. Мы считаем необходимым проведение конкретных мероприятий по сохранению этих видов на территории России, которые следует начинать с комплексных исследований по оценке их состояния, как в пределах заповедников, так и вне их. Анализ региональных Красных Книг показал, что *M. hirsutus* включен в реестр охраняемых объектов растительного мира на территории Адыгеи, но по каким-то причинам не внесен в состав региональной Красной книги республики, обладающей юрисдикцией, и не имеет категории редкости на региональном уровне [8]. *M. scythicus* не включён не только в региональные Красные Книги, но и в региональные определители и флористические списки; в нескольких крупных Гербарных коллекциях России (МНА, LE) имеются данные только о единичных гербарных сборах вида. В настоящее

время нет информации о состоянии популяций вида в районе произрастания *M. scythicus* – Астраханская область, Лиманский район, в окрестностях с. Яндыки, нахождение здесь данного вида не подтверждалось с 1933 года.

В случае подтверждения стабильного состояния популяций вида необходимо осуществление регулярного мониторинга. Возможно, для *M. scythicus* необходимо включение вида в Красную Книгу Астраханской области. В случае обнаружения вида в пределах существующих ООПТ, расположенных вблизи его известных местонахождений, необходимо включить его в систему мониторинга ООПТ и применить меры жёсткой охраны. При нахождении вида вне границ ООПТ следует идти по пути создания специальных микрорезерватов для сохранения ценоза, в состав которого входит данный вид.

В любом случае, для обоих видов оптимально применение комплементарного метода сохранения (сочетания *in situ* и *ex situ* путей сохранения). Максимально возможное безопасное дублирование при сохранении образцов того или иного вида *ex situ* (в генбанках, ботанических садах и в других коллекциях) является гарантом надёжного его сохранения.

Список литературы

1. Конвенция о биоразнообразии. (Текст и приложения, на рус. яз.) // The Interim secretariat for the CBD. Geneva, Executive Center, 1992. – 34 с.
2. Красная книга РСФСР. Растения. – М.: Росагропромиздат, 1988. – 592 с.
3. Нухимовская Ю.Д., Смекалова Т.Н., Чухина И.Г. Дикорастущие родичи культурных растений в заповедниках России / Фундаментальные основы управления биологическими ресурсами. Сб. науч. статей. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2005. – С. 102-113.
4. Нухимовская Ю.Д., Смекалова Т.Н., Чухина И.Г. Дикорастущие родичи культурных растений в заповедниках России: Кадастр / Под. ред. Ю.Д. Нухимовской. – М.-СПб, 2005. – 85 с.
5. Смекалова Т.Н., Лунёва Н.Н., Чухина И.Г. Проблемы сохранения дикорастущих родичей культурных растений в составе естественных растительных сообществ (*in situ*) на территории России. // Генетические ресурсы культурных растений. Проблемы мобилизации, инвентаризации, сохранения и изучения генофонда важнейших сельскохозяйственных культур для решения приоритетных задач селекции / Международная научно-практическая конференция, 13-16 ноября 2001. – СПб., 2001. – 57-59.
6. Смекалова Т.Н., Чухина И.Г., Лунёва Н.Н. Основные аспекты Стратегии сохранения растительных ресурсов на территории России // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии / Мат-лы 1 Международ. науч.-практич. конф., Барнаул, 2002. С. 265-271.
7. Смекалова Т.Н., Чухина И.Г. Дикие родичи культурных растений России. Каталог мировой коллекции ВИР, вып. 76, СПб, 2005, 54 с.
8. IUCN Red List of Rare and Endangered Animals and Plants, which Particularly Protected in Russia. Part 3.1. Seminal plants. – Red data book Laboratory of All-Russian Research Institute of Nature Protection; Res. Editor Prisyazhnyuk V.E. – Moscow, 2004 (2005). – 352 p.

SPECIFIC FEATURES OF CROP WILD RELATIVES *IN SITU* CONSERVATION STRATEGY FOR *MELILOTUS L.* SPECIES ON THE TERRITORY OF RUSSIA

T.N. Smekalova
G.V. Talovina

All-Russian Vavilov Institute
of Plant Industry, 190000,
Saint-Petersburg, Bolshaja
Morskaja str., 42-44

e-mail:
t.smekalova@vir.nw.ru;
g.talovina@vir.nw.ru

The method of *in situ* conservation assumes of plant species preservation in natural, rather not broken ecosystems; such ecosystems are characteristic for especially protected natural territories (NPT), first of all - reserves with a rigid mode of protection. Preservation of priority *Melilotus* species in territory of Russia is possible in limits of 56 reserves. *M. scythicus* it is not found out in territory of any of country reserves. *M. hirsutus*, grows in territory of the Caucasian reserve. Both species are priority for preservation *in situ*. For *M. scythicus* we offer studying of a condition of species populations around growth, with the subsequent regular monitoring. Introduction *M. scythicus* in the Red Book of the Astrakhan area is necessary. In case of species detection within existing NPT, located near known species sites, it is necessary to include it in system of NPT monitoring and to apply measures of rigid protection. For both species application of complementary preservation (a combination *in situ* and *ex situ* preservation ways) is optimal.

Key words: *in situ* conservation, *Melilotus* species, criteria of priority for conservation.



УДК 635.9:582.579.2

ИСТОРИЯ ИЗУЧЕННОСТИ СКАЛЬНО-ОСЫПНОЙ ФЛОРЫ И РАСТИТЕЛЬНОСТИ ВЕРХНЕАЛЬПИЙСКОГО ПОЯСА ВОСТОЧНОГО КАВКАЗА

М.А.-М. Астамирова**А.С. Абдурзакова, Р.С. Магомадова,****А.М. Умаева, Ф.С. Омархаджиева,****Б. А. Хасуева, Э.Ш. Дудагова,****З.И. Шагириева**

Чеченский государственный педагогический институт Россия, 364037, г. Грозный, Олимпийский проезд, ул. Киевская, 33

В статье приводятся исторические факты изучения скально-осыпной флоры Восточного Кавказа, а также описанные новые виды различными авторами.

Ключевые слова: Восточный Кавказ, реликты, эндемы.

Восточный Кавказ входит в состав Большого Кавказа и простирается от реки Терек (на западе) до восточных отрогов Баба-дага. Составной частью является Главный и Боковой хребты, образующие б.м. однородную геоморфологическую область сланцевых высокогорий Восточного Кавказа, И.С. Щукин, 1926; А.Л. Рейнгард, 1947; Н.В. Дмитрашко, 1966 и др.

Господствующим рельефом высокогорий Восточного Кавказа, является крутосклонные, скалистые, б.м. сильно эродированные хребты, сильно развиты осыпи.

Изученность скально-осыпной растительности следует рассматривать в тесной связи с изученностью нагорных ксерофитов, так как многие авторы объединяли эти два типа растительности в один. Так, например, А.К. Магакьян (1941) пишет: «К нагорным ксерофитам мы относим растительные ценозы, развивающиеся не только в наиболее засушливых областях низовой зоны, но также и ценозы, развивающиеся на скалах, россыпях и осыпях, но и более высокогорной зоне»

Начало ботанических исследований Северного Кавказа относится к середине XVIII века, когда начались регулярные так называемые «физические экспедиции» Академии наук. Задача этих экспедиций состояла во всестороннем изучении производительных сил отдельных областей России, включая и Кавказ. Маршруты экспедиций были тщательно разработаны с указанием состава и начальников экспедиций. Ими были молодые в то время профессора П.С. Паллас, И.И. Лепехин, С.Г. Гмелин (младший), И.А. Гюльденштедт, И. Фальк.

Из этих исследователей первым следует отметить И.А. Гюльденштедта, который в течение трех лет (1770-1773) исследовал Кавказ, Прибыв в 1770 г. в г. Кизляр и совершив несколько выездов по бассейну р. Терек, экспедиция пришла в Осетию. В 1773 г. он побывал в Кабарде, в Пятигорске и через Кубанские степи направился на Черкесск. Давая характеристику флоре и растительности гор Машука и Бештау, И. Гюльденштедт приводит 108 видов, встретившихся на их склонах.

Спустя 20 лет эти края были посещены акад. П.С. Палласом. Им были обследованы горы Машук и Бештау и западная часть Кабардино-Балкарии. Собран гербарий в количестве 86 видов растений.

И.Фальк, проехав по Волге с лечебными целями, обследовал район Моздока. В работе «Записки путешествия академика Фалька» (1824,1825) (цит. по А.Х. Кушхову,1962) сообщается, что в горах близ Терека растут чинар, тис, граб.

Все три автора уделяли большое внимание сборам и определениям высших цветковых растений, среди которых отмечались и обитатели скал и осыпей, не интересуясь низшими растениями.

По-настоящему широкое знакомство с флорой Северного Кавказа начинается с начала XIX века. Среди исследователей этого времени особо следует отметить Ф. Маршалла-Биберштейна и Х.Х. Стевена. Начиная с 1798 г., М. Биберштейн, будучи инспектором шелководства на Северном Кавказе, неоднократно посещал этот край, где поднимался как один, так и совместно со Х.Х. Стевеном на Бештау и Машук.

Х. Стевеном также были посещены районы Казбека, Эльбруса и близлежащие ущелья, то есть собственно высокогорные районы. Полученные материалы послужили основанием М. Биберштейну написать первую сводку по флоре Кавказа под названием «Flora Taurica-caucasica» (1808-1919) (цит. по А.Х. Кушхову, 1962).

Как отмечал в свое время Н.А. Буш (1938) «...из последующих исследователей особо следует отметить путешествия Мейера, Коха, Рупрехта. Эти три исследователя дали для изучения флоры Кавказа гораздо больше, чем все их предшественники». К.А. Мейер в составе экспедиции в 1829 г. обследовал районы Эльбруса и Пятигорья, где им было собрано много редких и новых для науки видов, среди которых были обитатели скал и осыпей и ледниковых морен – (*Corydalis emanuelii*, *Eunomia rotundifolia* и др.). С перерывом в пять лет (1836-1838 и 1843-1844 гг.) дважды путешествовал по Кавказу проф. К. Кох, который собрал около 2500 видов, в том числе петрофитов. Результатом этих путешествий явилась работа «Reise durch Russland nach dem Kaukasischen in der Jahren 1836, 1837 und 1838» (1842-1843 гг.).

В 1860-61 гг. верховья рек Сулака и Самура (Дагестан) обследовал Ф.И. Рупрехт. Он отметил особенности распространения растений (в том числе и петрофитов) в этих двух районах.

Исследования Г.Й. Радде охватили весь Кавказ. Для нас наибольший интерес представляет главный его труд «Основные черты растительного мира на Кавказе» (1901), где дается характеристика высокогорной растительности, где на обнаженных скалах отмечены *Nepeta supina*, *Lamiuin tomentosura*, *Gystopteris fragilis* и ряд др.

Изучая ледники Кавказа, попутно исследованиями флоры занимался Н.Я. Динник, написавший работы: «Поездка в Балкарию» (1890) и «Поездка в Балкарию в 1887 г.» (1890), в них приводится фактический материал по флоре и растительности данного района. Так, в работе «Поездка в Балкарию», отмечая растительность скал и осыпей, он пишет: «...мы вступили в царство скал и осыпей, покрытых скудной растительностью – маленькими красивыми генцианами (*Gentians pyrenaica*), камнеломками (*Saxifraga*), роговиком (*Cerastium*), крошечной *Draba scabra*, лапчаткой (*Potentilla nivea*), мокрицей (*Alsine imbricata*), манжеткой (*Alchemilla vulgaris*), мхами и лишайниками».

Эти исследования знаменуют собой первый этап изучения скально-осыпной флоры и растительности, давший отрывочные флористические сведения.

Второй этап начинается с конца XIX века. Для него характерны ботанико-географические и более углубленные флористические исследования. Большим знатоком флоры Центрального Кавказа в это время считался Н.Д. Акинфиев, который посвятил более 20 лет исследованию этой горной страны. При этом он поднимался с трех сторон на Эльбрус, вплоть до снеговой линии. Результатом этих многолетних флористических исследований стали работы, которые для нас представляют наибольший интерес: «Девять дней в центре Кавказа» (1893); «Флора Центрального Кавказа» (1894), где приводится 759 видов, среди которых оказались новые для науки виды из родов *Draba* и *Saxifraga* – обитатели скально-каменистых мест; «Альпийские растения Центрального Кавказа» (1898); «Ботаническое исследование Кубано-Терского водораздела и Эльбруса» (1899), где на страницах 158-160 автором приводится флористический список растений морен и осыпей в количестве 88 видов.

Некоторые свои путешествия Н.Д. Акинфиев совершал с Ф. Алексеевко. Последним в 1896 г. в ущелье р. Баксан было найдено оригинальное растение - *Daphne baksanica*, которое до настоящего времени нигде и никем не собиралось.



С 1888-1889 г. проф. Н.И. Кузнецовым начинаются флористические и ботанико-географические исследования Кавказа, в частности его Северного склона. В результате многолетних исследований вышли в свет труды, которые до сегодняшнего дня не потеряли своей научной ценности. Таковы: «Геоботанические исследования северного склона Кавказа» (1889); «Принципы деления Кавказа на ботанико-географические провинции» (1909); «К вопросу о происхождении нагорно-ксерофитной флоры Кавказа. Систематика рода *Rindera* Pall. (1909); «Нагорный Дагестан и значение его в истории развития флоры Кавказа» (1910). В этих работах Н.И. Кузнецов, классифицируя растительность, выделяет отдельный тип растительности в засушливых условиях на каменистых, скалистых, щебнистых местах – тип нагорных ксерофитов. «Здесь, в Дагестане, она находит для своего развития наилучшие условия существования, как климатические, так и эдафические. Она занимает здесь все южные склоны ущелий, обнажений скал и осыпей, они забираются высоко в горы по обнаженным местам» (Кузнецов, 1910). В таком понимании нагорно-ксерофитная растительность имеет большой объем и слишком общее содержание, не отражающее структурных особенностей сообществ, и особенностей взаимоотношений между растениями.

Несмотря на такие недостатки термин «нагорные ксерофиты» впоследствии получил широкое распространение не только в кавказской ботанической литературе, но и в других районах. При употреблении этого термина не всегда устанавливается его объем, в результате чего этот тип получил неопределенный расплывчатый характер. Многими авторами для разных географических районов были предложены классификационные схемы высших таксономических категорий типа, изменялись названия, объем и т.д., что хорошо показано Д.М. Арустамовой (1973). Поэтому вполне прав О.Е. Агаханянц (1970), который отмечает: «Трудно назвать такой тип растительности, выделение которого вызвало бы столь же пестрый терминологический разноречивый в специальной литературе, как в отношении типа нагорных ксерофитов. Это свидетельствует, прежде всего о большом многообразии нагорных ксерофитов, зависящем от столь же большого разнообразия условий среды, в которой они развиваются.

По Н.И. Кузнецову (1910) нагорно-ксерофитная растительность Дагестана возникла автохтонно и существует издавна. Одним из центров развития этой растительности является Нагорный Дагестан. В продольные межгорные котловины Центрального Кавказа нагорно-ксерофитная растительность, по Н.И.Кузнецову, проникла из Дагестана. Против такого взгляда о распространении и возрасте этого типа растительности выступали, как покажем ниже, другие авторы.

Обширные гербарные сборы были сделаны В.И. Липским в различных районах Центрального Кавказа с 1889 по 1893 гг. Интерес представляет для нас его работа «Флора Кавказа» (1889), являющаяся первой попыткой инвентаризации и критического пересмотра имеющихся литературных данных. В коллекции оказались редкие петрофиты *Draba scabra*, *Campanula besenginica*, *Thymus lypskyi* (цит. по А.Х. Кушхову, 1962).

Видное место в истории изучения флоры и растительности высокогорья Северного Кавказа занимают работы Н.А. и Е.А. Буш. 47 лет своей жизни Н.А. Буш посвятил изучению флоры и растительности этого края. К этому времени относятся его работы «Ботанические путешествия по Западному Дагестану» (1905) и «По склонам Андийского Дагестана» (1905). Он выделяет в Дагестане 3 главных типа растительности

1. Горно-степную (соответствует нагорно-ксерофитной растительности Н.И. Кузнецова). 2. Растительность сосновых лесов. 3. Растительность альпийского пояса.

Для каждого типа растительности приводятся наиболее характерные виды. Так, в альпийской зоне на скалах отмечены *Draba siligiosa*, *Thalictrum foetidum* и др. Для горно-степной растительности в ущелье Андийского Койсу наиболее характерным видом является *Salvia canescens*, занимающий значительные пространства.

В 1909 г. вышел из печати ботанико-географический очерк Е.А. Буш «Материалы для флоры Карачая вообще и Тебердинской долины в особенности». В работе описана растительность альпийского пояса, в частности рассматривается растительность альпийских ковров, скал и осыпей, ледниковых морен. Автор отмечает, что *Draba bryoides*, плотно облепив субстрат в расщелинах скал, развивает громадную корневую систему. При истоке Карасу автор описывает горно-степные (нагорно-ксерофитные) фитоценозы и приводит флористический список.

В 1911 г. Н.А. и Е.А. Буш провели флористические обследования в ущельях рек Баксана и Чегема с их притоками, а в восточной части Мелового хребта - в долине Черка Безенгийского. Вторично в 1913 г. они посетили Безенгийское и Чегемское ущелья, а также дошли до Агаштана по Череку-Балкарскому.

Спустя два года Н.А. Бушем была опубликована статья «К ботанической карте западной половины северного склона Кавказа», которая явилась результатом многолетних ботанических съемок, произведенных автором в Центральном Кавказе. В работе отмечается ряд видов – *Corydalis pallidiflora*, *Campanula besenginica* и др., произрастающих на скалах. Обозначая на карте альпийскую травянистую растительность, Н.А. Буш не отделяет от нее осыпи, скалы, морены, широко распространенные в высокогорье. Возможно, при малом масштабе карты, которая приложена к работе, это невозможно было сделать.

Третий этап исследований берет свое начало после революции 1917 года, когда было начато планомерное изучение природных угодий, связанных с развитием сельского хозяйства. Эти работы носили в какой-то мере комплексный характер, и в них принимали участие кроме ботаников – геологи, почвоведы и другие специалисты.

В 1922 г. начались естественно-историческое и экономическое исследования Кабардино-Балкарской автономной области. Спустя четыре года результаты этих исследований были опубликованы Э.С. Чернецкой и С.И. Виноградовым в работе «Растительность Кабарды» (1926), которая состояла из 2 очерков. Наибольший интерес для нас представляет второй очерк «Горные пастбища», написанный С.И. Виноградовым. Автор на основании фактического материала сводит всю растительность описываемого района к 4 типам: 1. Растительность солончаков; 2. Злаковая, разнотравная степь; 3. Субальпийская растительность; 4. Растительность скал и галечников.

В начале 20-х годов изучением флоры, растительности и геоморфологии Центрального Кавказа начинают заниматься супруги И. и А. Щукины. Результатом их исследований являются две статьи А. Щукиной. В статье «Краткий очерк растительности Балкарии» (1925) автор различает растительные группировки скал и обнажений в зависимости от породы субстрата (мергели, граниты, известняки), степени освещенности и экспозиции склона. Во второй статье «К ботанической карте горной части бассейна Чегема» (1928) исследователь выделяет в данном районе следующие типы растительности: леса, субальпийские луга, альпийская, нагорно-ксерофитная растительность. Термин «нагорно-ксерофитная» растительность А. Щукина употребляет в объеме Н.И. Кузнецова, хотя отмечает, что «...этот термин слишком неопределен». Автор указывает на красочность и богатство растениями морены ледников Шаурту и Кулак.

Этот же период характеризуется очень плодотворной научной деятельностью Н.А. и Е.А. Буш. В 1925 г. они в составе экспедиции АН СССР, провели исследования флоры и растительности Балкарии и Дигории с целью «...произвести сравнительные исследования растительности трех хребтов Центрального Кавказа: Скалистого, сложенного юрскими доломитами и поднимающимися до 3500 м. Передового и Главного, сложенных, главным образом, изверженными породами» (Е.А. и Н.А. Буш, 1926, с. 163). При этом были охвачены верхняя часть лесного и высокогорного пояса, в которых встречались «сосновые леса, заросли горных ксерофитов, субальпийские березняки, заросли кавказского рододендрона, растительность морен, каменистых россыпей и скал». Говоря о происхождении нагорно-ксерофитной растительности на Центральном Кавказе, авторы отмечают ее реликтовость, указывая, что «горно-



ксерофитная растительность Кавказа - частный случай более общего явления - типа ксерофитов скал, обнажений, нагреваемых склонов и сухих пространств всей Средиземноморской области...». Мнение о реликтовом происхождении ксерофитов было высказано Н. Бушем еще в 1898 г. Такую точку зрения поддерживал также И.В. Новопокровский (1925) и др. Следует отметить, что еще раньше, в 1894 г. в работе «Флора Центрального Кавказа» И.Я.Акинфиев отмечал реликтовость нагорных ксерофитов в Центральном Кавказе и Дагестане.

В работе «Новые виды растений с Центрального Кавказа» (1926), Н.А. Буш сообщает о нахождении им совместно с Е.А. Буш в Балкарии двух новых видов *Ranunculus balkharicus*- характерный для Передового хребта и *Ranunculus suukensis*, встречающийся в области Скалистого хребта. Был также описан новый вид мака -*Papaver lisaе*, характерный для каменистых мест.

Несомненный интерес представляет работа Е.А. Буш «Список растений, собранных Е.А.и Н.А. Буш в Центральном Кавказе в 1911, 1913 и 1925 гг (1927), где дается флористический список растений с указанием их распространения. Многие из этих видов являются петрофитами. В 1932 г. вышла их совместная статья «К ботанической карте Балкарии и Дигории». Эта работа является кратким пояснением главных типов растительности, нанесенных на карту. Здесь авторы указывают места распространения нагорно-ксерофитной растительности, которую раньше они обозначали термином «горно-степной», но приходится, к сожалению, отказываться от удобного термина и употреблять ничего не выражающий «горные ксерофиты», и взамен предлагают термин «ореоксерофиты». Отмечают растения скал и камней в субальпийском и альпийском поясах.

В работе «Ботанико-географический очерк Кавказа» (1935) Н. Буш выделяет несколько группировок нагорных ксерофитов. Большое внимание уделяется реликтовым видам. Автор пишет: «хранилищем третичных реликтов в Центральном Кавказе являются скалы, каменистые и хрящеватые места, а иногда и задернованные места Скалистого хребта и продольной долины между ним и Передовым хребтом». Отдельно приводятся реликтовые виды, встречающиеся на скалах, на задернованных местах, моренах и на осыпях. Этой же проблеме посвящены статьи Н.А. Буш «К истории растительности Балкарии (в Центральном Кавказе)» (1931); Е.А. Буш «О некоторых реликтовых растениях Балкарии» (1932).

В работе «Об изменчивости некоторых высокогорных растений Кавказа в связи с динамикой зарастания» (1938) Е.А.Буш показывает процесс заселения субстрата с небольшим задернением. Заселение это идет своеобразно. Пионерами являются *Gnaphalium supinum*, *Gorydalis alpestris*, *Jurinea subacaulis*. На второй стадии появляются *Cagex microglochis*, *Colpodium versicolor*. Автор отмечает высокое значение корневых систем для завоевания растениями площади и для почвообразовательных процессов, указывает на большую – пластичность и способность изменять морфологические особенности в зависимости от экологических условий обитания.

На основании многочисленных путешествий по Кавказу (с 1913 по 1932 гг.) известный ботаник А.Ф. Флеров в 1938 г. выпустил книгу: «Список растений Северного Кавказа и Дагестана». Этот список насчитывает 3793 вида, из которых около 170 видов встречаются на скалах, осыпях, россыпях и ледниковых моренах.

В изучении растительности Кавказа в целом, титаническую и неопределимую работу выполнил акад. А.А. Гроссгейм, автор капитальных трудов: «Флора Кавказа» (1933-1939); «Анализ флоры Кавказа» (1936); «Растительные ресурсы Кавказа» (1949); «Растительный покров Кавказа» (1948); «Определитель растений Кавказа» (1949).

В работе «Растительный покров Кавказа» (1948) А.А. Гроссгейм пишет, что «...растительный покров скально-каменистых ландшафтов по своему флористическому составу чрезвычайно разнообразен в разных районах края, но вместе с тем имеет общие черты. Все более сходства этот тип растительности обнаруживает с ти-

пом нагорно-ксерофитной растительности, с той разницей, что нагорно-ксерофитная растительность есть отражения сухого климата данной местности, а скально-каменистая – отражения специфических условий поверхности развивающихся на любом климатическом фоне, в том числе и в области влажного климата. Исходя из такого положения, А.А. Гроссгейм отдельно рассматривает тип скально-осыпной растительности и нагорных ксерофитов. Такого четкого подхода к разграничению этих двух типов не хватало многим исследователям растительности Кавказа.

По А.А. Гроссгейму (1948) состав и характер скально-осыпной растительности может меняться главным образом в зависимости от следующих факторов: 1. От положения местности над уровнем моря; 2. От такого типа климата, на фоне которого развивается данный участок скально-осыпной растительности; 3. От форм выветривания породы; 4. От химического состава породы. Объединяющими чертами скально-осыпной растительности ученый считает: 1 – ценотический строй, имеющий черты поликомплексности, что сближает ее с нагорно-ксерофитной растительностью; 2 – сходные биологические типы растений во всех вариантах. Интересные сведения о ксерофитной флоре известняковой части Нагорного Дагестана мы находим в другой работе А.А. Гроссгейма «Типы растительности северной части Нагорного Дагестана» (1925), явившейся результатом его поездки в Дагестан летом 1915 г. Типы растительности в исследованной части Дагестана весьма разнообразны и классификация их представляет трудность, так как растительность сложилась под влиянием многих факторов, в частности: положение данного пункта по отношению к уровню моря; положение склона по отношению к сторонам света; физический характер поверхности почвы; химический состав породы и др. Учитывая эти факторы и нарушения внутри поясов, А.А. Гроссгейм дает ботанико-топографическую классификацию растительных формации.

Говоря о нагорно-ксерофитной растительности Кавказа, А.А. Гроссгейм (1936) отмечает ее производность от ксерофитной флоры «Северной Персии». Особенное развитие и расчленение переднеазиатских ксерофильных центров на Кавказе он относит к акчагыльскому и кимерийскому векам плиоцена.

Интересна и ценна работа Е.В. Шифферс «Растительность Северного Кавказа и его природно-кормовые угодья» (1953). Давая оценку кормовых угодий, автор отмечает, что открытые группировки скал, осыпей и россыпей являются характерными элементами растительности альпийского пояса. Эти группировки интересны и в отношении флористического состава, и в отношении биоморфологических особенностей этих растений. Автор выделяет 2 основных пути формирования первичного растительного покрова в альпийском поясе: задернение скал, осыпей и других сухих обнажений; зарастание приледниковых водоемов, остаточных моренных озер, приснеговых пятен и других обводненных участков. Большое распространение имеет первый путь, поскольку физико-химическое воздействие (выветривания, обвалы) создают новые субстраты.

В процессе зарастания голого субстрата Е.В. Шифферс выделяет три стадии: 1. «Пионерные, открытые группировки на выветренном скальном, крупно-глыбистом или грубощебнистом субстрате с зачаточным началом почвообразования; 2. Рыхлодернинные пестрые ковры на хрящеватом, мелкоглыбистом или щебнистом субстрате со слабо развитым почвенным покровом; 3. Плотнoderновинные низкотравные луга, с каменистыми, дресвянистыми или щебнистыми, маломощными или среднemощными большей частью торфянистыми почвами на плотной горной породе или на скоплении дресвы и щебня».

В других работах Е.В. Шифферс (1941, 1946, 1951 и др.), подходя к изложению основных вопросов, рассматривает некоторые особенности скально-осыпной растительности.

К этому этапу следует отнести работы и других авторов, в частности С.А. Захарова (1940); Р.А. Еленевского (1941); Р.Ф. Беднягиной (1947); В.Н. Богданова и др. (1954); А.Н. Ежкина и Ю.И. Коса (1959), которые в процессе «паспортизации» сено-



косов и летних пастбищ приводят описание флористического состава скально-осыпной и чаще нагорно-ксерофитной растительности. Отмечается, что в хозяйственном отношении интерес представляют луга, тогда как несомкнутая растительность скал и осыпей заметного значения не имеет.

С 60-х годов начинается четвертый этап изучения флоры и растительности скал и осыпей, связанный с интенсивным комплексным изучением высокогорной растительности.

Наряду с широким развитием исследований по общим разделам флористики, геоботаническим вопросам (районирование, поясность растительности) появляются и специальные работы, посвященные флоре и растительности скально-каменистых ландшафтов. К этому периоду относятся работы В.Н. Кононова (1957, 1960), И.И. Тумаджанова (1953), А.Г. Долуханова (1946, 1969); А.Л. Харадзе с учениками (Р. Гагнидзе, Л. Хинтибидзе, М. Иванишвили и др.), внесших большой вклад в изучение высокогорной флоры Центрального Кавказа. А.Л. Харадзе на скально-каменистых местах описано несколько новых видов.

Для нас наибольший интерес представляют такие ее работы, как «К изучению ксерофильных флор Скалистого хребта» (1948); «Эндемичный гемиксерофильный элемент высокогорий Большого Кавказа» (1960), в которых выясняются роль и происхождение ксерофильного элемента, участвующего в сложении высокогорных растительных формаций Кавказа.

Производя экологический анализ флоры западной части Центрального Кавказа, А.И. Галушко (1969) выделяет 8 основных типов местообитания, среди которых есть отдельный тип местообитания – «скалы и осыпи», где отмечено 147 видов или 6,4% от общего числа. Интересны в целях охраны флоры и растительности Центрального Кавказа его статьи: «Ботанические объекты Центрального Кавказа, подлежащие охране» (1974а) и «Основные рефугиумы и реликты в высокогорной флоре западной части Центрального Кавказа» (1974б), где приведены редкие эндемичные и реликтовые виды и их ареалы, многие из которых являются петрофитами. В работе «Растительный покров Чечено-Ингушетии» (1975) им дается характеристика основных типов растительности. Отдельно рассматривается «оригинальная скально-осыпная флора», но не выделяется в отдельный тип растительности. В работе Ю.И. Коса «Растительность Кабардино-Балкарии и ее хозяйственное использование» (1960) где приводится перечень некоторых скальных, щебенистых и осыпных растений субнивального и альпийского поясов.

В.Н. Кононов (1957) для растительности Тебердинского заповедника отмечает, что с увеличением высоты над ур. моря сомкнутая растительность низкотравных альпийских лугов постепенно переходит в несомкнутую растительность осыпей и скал. Автором растительность осыпей делится на 2 группы: 1. Растительность сухих осыпей; 2. Растительность влажных осыпей, различающихся флористическим составом. «На скалах, – отмечает автор, – не образуются растительные группировки, растения распределяются здесь еще более рассеянное, чем на осыпях». Для скал выделяются следующие группы жизненных форм: 1. Растения с жесткими хрящеватыми листьями; 2. Растения-подушки; 3. Растения с суккулентными листьями; 4. Растения с сильным опушением; 5. Дерновинные растения.

Для этой же территории И.И. Тумаджанов в работе «Горно-луговые ландшафты Тебердинского заповедника» (1953) тоже различает 2 вида осыпей по размерам осыпного материала: 1. Глыбовые осыпи; 2. Сланцевые осыпи. Глыбовые осыпи более устойчивы и быстрее заселяются растениями, в то время как сланцевые осыпи более подвижны и требуют соответственно для зарастания большего времени.

В своей работе «Флора и растительность высокогорий Северо-Западного Кавказа (бассейн рек Б. и М. Лабы, Белой и Мзымты)» М.Д. Алтухов (1968) выделяет отдельно растительность скал и растительность осыпей. Он различает типично скальные растения и растения, входящие в состав фитоценозов, окружающих скалы. Описываются скалы:

1. Голые, с единичными растениями; 2. Задернованные скалы с проективным покрытием растительности, достигающей 40-60.

Осыпи также делятся автором по происхождению на 2 вида: первичные и вторичные, для которых приводятся и соответствующие растения.

Известно, что Н.И. Кузнецов (1910) считал Дагестан одним из древнейших очагов развития и видообразования ксерофитной флоры Кавказа. В то же время он отмечал, что «наиболее типичную дагестанскую растительность – нагорно-ксерофитную – мы знаем меньше всего, как относительно ее состава, так и географического распространения по Дагестану». Этому интересному типу растительности посвящены статьи П.Л. Львова (1969, 1974, 1976, 1982) и Б.Д. Алексеева (1965).

В последние десятилетия 20 – века, особенно в конце 80-х и начале 90-х годов прошлого века, изучение флоры восточной части Северного Кавказа активизировалось. Заслуживают внимания работы, посвященные охране редких и исчезающих видов растений, а также флористических комплексов опубликованные в сборниках тезисов докладов, проводившихся в 1989 и 1991 годах. В числе этих публикаций наиболее значимыми нам представляются работы А.И. Галушко (1989), где обозначены участки с флористическими комплексами, подлежащими охране, а также приводятся конкретные виды растений, встречающиеся в этих комплексах. Представляется важным постановка вопроса о необходимости охраны зарослей рододендрона кавказского на г. Скалистой, которые как выяснилось, являются реликтовыми и сохранились здесь с последнего ледникового периода (Иванов, 1988, 1989). Рядом других авторов (Теймурова А.А., 1997, Тайсумова М.А., 2009), в этих работах обсуждается проблема охраны отдельных видов, как в их естественной среде, так и путем культивирования.

В работе Ш.А. Гусейнова «Флора центрального Дагестана» (в пределах «Акушинского района») (1973) дается тщательный систематический и экологический анализ флоры. На скалах, осыпях и щебенистых местах здесь зарегистрировано 87 видов или 30% собранных растений.

Подобный анализ сделан и В.Ю. Корнаевой в работе «Флора Тушетии и ее анализ» (1963). Здесь также для скально-осыпных местообитаний отмечено около 140 видов высших растений.

О количестве петрофитов Карачаево-Черкессии мы можем судить по работе Д.С. Дзыбова (1974), который отмечает около 200-250 видов.

В последнее время повысился интерес у исследователей к изучению флоры и растительности субнивального пояса, где скально-осыпные элементы ландшафта достигают большого распространения (А.Г. Долуханов, 1946; М.Г. Шихэмиров, 1971; В.М. Прима, 1972; А.М. Амирханов, 1981 и др.). Эти исследования могут пролить свет на некоторые вопросы происхождения растительности высокогорья.

После работы А.А. Гроссгейма «Растительный покров Кавказа» наиболее полная сводка растительности всего Кавказа дается в книге В.З. Гулисашвили, Л.Б. Махатадзе, Л.И. Прилипко «Растительность Кавказа» (1975).

Скально-осыпную растительность авторы рассматривают как один из этапов развития луговой растительности,

Специальных работ, посвященных интересующей нас проблеме по Северному Кавказу почти нет, за исключением статьи В.Ю. Корнаевой «Флора скал, осыпей и каменистых местообитаний Северной Осетии» (1976) и двух небольших заметок П.И. Лафишева (1979а, б),

Таким образом, в заключение можно сделать следующие обобщающие выводы: скально-осыпная растительность высокогорного Восточного Кавказа является эталоном для высокогорий всего Кавказа, и может служить резерватом генофонда многих ценных и полезных с разных точек зрения растений. Здесь сосредоточено значительное количество хороших кормовых, декоративных, лекарственных и др. полезных групп растений. Ряд видов перспективны для использования как закрепители склонов, как подсевные при улучшении малоценных кормовых угодий в горах, как ценные формы для ряда народно-хозяйственных целей. Детальное изучение (особенно в



стационарных условиях) скально-осыпной растительности позволит получить новые ценные научные и практические результаты.

Учитывая оригинальность и самобытность флоры и растительности скал и осыпей Восточного Кавказа как эталонного для высокогорий Кавказа, желательно было бы включить его в число биосферных заповедников России.

Список литературы

1. Щукин И.С. Очерки геоморфологии Кавказа. Ч.1. Большой Кавказ, 1976.-215 с.
2. Рейнгард А.Л. Четвертичная система и геоморфология .Северный Кавказ. Геология СССР. 1947. 214 с.
3. Дмитрашко Н.В. Геоморфологическое районирование Кавказа. 1966. 319 с.
4. Магакьян А.К. Растительность Армянской ССР. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1941. 275 с.
5. Кушхов А.Х. Очерк истории ботанического изучения Кабардино-Балкарии. Нальчик, 1962. 145 с.
6. Буш Е.А. Об изменчивости некоторых высокогорных растений Кавказа в связи с динамикой их зарастания. - Сов.ботаника, 1938, № 1, С.46-55.
7. Радде Г.И. Основные черты растительного мира на Кавказе. Тифлис, 1901, 199 с.
8. Динник Н.Я. Поездка в Бапкарию. - Записки Кавк.отд.РГО, 1890а, т.14, Вып.1, С.9-24.
9. Динник Н.Я. Поездка в Балкарию в 1887 г. - Записки Кавк. отд.РГО. 1890б, Т.14, Вып.1, С. 26-35.
10. Акинфиев И. Я. Девять дней в центре Кавказа. Екатерине слав, 1893, 30 с.
11. Акинфиев И.Я. Флора Центрального Кавказа. Труды общ.испыт. природы при Харьковск.ун-те. Харьков, 1894, Т.27, 212 с.
12. Акинфиев И.Я. Альпийские растения Центрального Кавказа. Тифлис, 1896, 36 с.
13. Акинфиев И.Я. Ботаническое исследование Кубано-Терского водораздела и Эльбруса. - Труды Тифлиск.бот.сада. Тифлис, 1899, т.3, 186 с.
14. Кузнецов Н.И. Геоботаническое исследование Северного склона Кавказа. - Изв. ЕГО, 1889, С.1-19.
15. Кузнецов Н.И. Принципы деления Кавказа на ботанико-географические провинции. - Записки АН по физ.мат. СПб., 1909а, Т.21, № 1. 174 с.
16. Кузнецов Н.И. К вопросу о происхождении нагорно-ксерофитной флоры Кавказа. Систематика рода *Rindera* Pall. - Труды Бот. музея, 1909б, вып.7, С.20-68.
17. Кузнецов Н.И. Нагорный Дагестан и значение его в истории развития флоры Кавказа. С-Петербург, 1910. 48 с.
18. Арустамова Д.М. О понятии «нагорные ксерофиты» и объеме типа нагорно-ксерофильной растительности. - Вестник МГУ. География, сер.V, 1973, № 3, С.57-62.
19. Буш Н.А. Ботанические путешествия по западному Дагестану.-Труды Бот.сада. СПб., 1956, т.24, С.261-311.
20. Буш Н.А. По скалам Андийского Дагестана. С-Петербург, 1905. - 47 с.
21. Буш Н.А. К ботанической карте западной половины северного склона Кавказа. - Изв.ЕГО, 1915, Т.15, Вып.5, С.1-17.
22. Буш Н.А. К истории растительности Балкарии. - Труды Бот. музея АН СССР, Л., 1931, Вып.23. 21 с.
23. Буш Н.А. Ботанико-географический очерк Кавказа. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1935. 107 с.
24. Буш Н.А. и Е.А. Ботаническое исследование в центральном Кавказе в 1925 г. - Труды Бот.музея АН СССР. Л., 1926, Т.19, С.163-181.
25. Чернецкая З.С, Викторова СИ. Растительность Кабарды.- Труды по естественной истории и эконом.обслед.Кабарды. Воронеж, 1956, Т.1, Вып.4. 48 с.
26. Щукина А. Краткий очерк растительности Балкарии (Предварительный отчет).- Землеведение, 1925, т.27,вып.1-2, С.52-62.
27. Гроссгейм А.А. Анализ флоры Кавказа. - Труды Бот.инст-та Азерб.фил.АН СССР. Баку, 1936, т.1, 256 с.
28. Шифферс Е.В. Растительность Северного Кавказа и его природно-кормовые угодья. - М.;Л.: Изд-во АН СССР, 1953. 368 с.
29. Еленевский Р.А. Растительность северного склона Большого Кавказа в его западной половине.- Природа, 1941, № 3, С.73-79.



30. Беднягина Р.Ф. Сенокосы и пастбища Черекского района КАССР // Труды Краснодарск.инст.пищевой промышленности. Краснодар, 1947, Л 2, С.159-167.
31. Богданов В.М., Мухин Г.Ф., Рубилин Е.В. Сенокосы и пастбища Северо-Осетинской АССР. Орджоникидзе, 1954, 136 с.
32. Ежкина А.Н., Кос Ю.И. К характеристике видового состава растений ущелья Дцыл-Су Эльбрусского района КБАССР // Учен. записки КЕТУ. Нальчик, 1959, вып.6, С.119-130.
33. Кононов В.Н. Растительность Тебердинского заповедника.-Труды Тебердинского гос.заповедника, Ставрополь, 1957, т.1, С.85-112.
34. Кононов В.Н. Естественные кормовые угодья бассейна верховьев Кубани, вопросы их заповедности и хозяйственного использования. -В кн.: Проблемы ботаники. М.; Л.: Наука, 1960, т.5, С.140-147.
35. Тумаджанов И.И. Горно-луговые ландшафты Тебердинского заповедника. - Труды Тбилисс.Бот. инст-та, 1953, т.15, С.251-282.
36. Долуханов А.Г. Верхние пределы альпийской растительности в истоках Аварского Койсу (Дагестан). - Труды Тбилисс.Бот. инст-та. 1946, №.9, С.131-153.
37. Долуханов А.Г. О некоторых особенностях скально-осыпной высокогорной растительности в верховьях Большой Лиахвы (южные склоны Центральной части Б. Кавказа). - Бюлл. МОИП. Отд. биол., 1969, Т.84, вып.6, с.86-92.
38. Галушко А.И. Флора западной части Центрального Кавказа (ЗЦК) ее анализ и перспективы использования. Автореф.дисс.докт. биол.наук. Л., 1969. 42 с.
40. Алтухов М.Д. Флора и растительность высокогорий Северо-Западного Кавказа (бассейн р. Б.и М.Лабы, Белой и Мзымты). –Автореф. дисс.канд.биол.наук, 1968. 23 с.
41. Лафишев П.И. К флоре петрофитов западной части Скалистого хребта. - В сб.: Флора Северного Кавказа и вопросы ее истории. Ставрополь, 1979а, вып.3, С.92-94.
42. Лафишев П.И. Список петрофитов западной части Скалистого хребта (Эльбрусский округ). В сб.: Флора Северного Кавказа и вопросы ее истории. Ставрополь, 1979 б, Вып.3, С.96-100.

HISTORY OF LEVEL OF SCRUTINY SKALNO-OSYPNOJ OF FLORA AND VEGETATION OF THE VERHNEALPIJSKY BELT OF EAST CAUCASUS

**M.A.-M. Astamirova, A.C. Abdurzakova,
R.S. Magomadova, A.M. Umaeva,
F.S. Omarhadzhieva, V.A. Hasueva,
E.Sh. Dudagova, Z.I. Shahgirieva**

*Chechen State Pedagogical Institute,
Kiev str., 33, Olympic travel, Grozny,*

364037, Russia

This article describes the historical facts of studying rock-scree flora of the Eastern Caucasus, as well as new species are described by various authors.

Key words: Eastern Caucasus, rocks, scree, flora, vegetation.



ХИМИЯ

УДК:615.235:665.57.92

СОСТАВ И ОТХАРКИВАЮЩАЯ АКТИВНОСТЬ ВОДОРАСТВОРИМЫХ ПОЛИСАХАРИДНЫХ КОМПЛЕКСОВ ДЕВЯСИЛА ИВОЛИСТНОГО

В.Н. Бубенчикова
А.В. Азарова

ГОУ ВПО «Курский
государственный медицинский
университет», 305041
г. Курск, ул. К.Маркса, 3.
e-mail: fg.ksmu@mail.ru

Изложены методы выделения, исследования водорастворимых полисахаридных комплексов из травы и корневищ девясила иволистного *Inula salicina*, и определение их отхаркивающих свойств по модели изучения моторной функции мерцательного эпителия пищевода лягушки, по методике В.В. Гацура. В ходе исследований был установлен моносахаридный состав водорастворимых полисахаридных комплексов травы и корневищ девясила иволистного. Доказано наличие отхаркивающего действия у водорастворимого полисахаридного комплекса, полученного из девясила иволистного, что позволяет использовать данный препарат в качестве самостоятельного отхаркивающего средства или как компонента при комплексной терапии. Это позволит расширить ассортимент отхаркивающих средств растительного происхождения.

Ключевые слова: девясил иволистный, полисахаридный комплекс, отхаркивающая активность

Введение

Девясил иволистный (*Inula salicina* L.) – многолетнее травянистое растение семейства Астровые (Asteraceae), широко распространенное на европейской части России, Западной и Восточной Сибири, на Дальнем Востоке.

Химический состав и фармакологические свойства девясила иволистного практически не изучены, имеются только разрозненные сведения о качественном содержании некоторых биологически активных веществ.

В народной медицине используется настой надземных частей растения при опухолях [1], заболеваниях печени [2], болезнях горла, острых респираторных заболеваниях [5], венерических болезнях и бородавках [7], отвар при стенокардии, спазмофилии [8]. Настой из корней с корневищами применяется как желчегонное средство, послеродовом периоде, при фурункулезе, используется как детоксикационное средство при укусах ядовитых змей [11].

Цель нашей работы заключалась в выделении и исследовании водорастворимых полисахаридных комплексов девясила иволистного, и изучении их отхаркивающих свойств.

Объекты и методы исследования

Объектом служила сухие воздушно-измельченные трава девясила иволистного, заготовленные в 2010 г. в Курской области в период массового цветения растений, сухие воздушно-измельченные корневища с корнями, заготовленные поздней осенью, после образования плодов.

Для выделения водорастворимого полисахаридного комплекса воздушно-сухое измельченное сырье предварительно обрабатывали 70% спиртом этиловым для удаления полифенольных соединений. Затем воздушно-сухой шрот экстрагиро-

вали водой в соотношении 1:20 к массе сырья при нагревании до 95°C в течение 1 часа при постоянном перемешивании. Повторное извлечение полисахаридов проводили дважды водой в соотношении 1:10. Растительный материал отделяли центрифугированием, и объединенные экстракты упаривали до $1/5$ первоначального объема. Полисахариды осаждали тройным объемом 96% спирта этилового при комнатной температуре. Выпавший плотный осадок полисахаридов отделяли, промывали 70% спиртом этиловым, ацетоном. Полученные водорастворимые полисахаридные комплексы лиофильно высушивали [3].

Для установления моносахаридного состава водорастворимого полисахаридного комплекса проводили гидролиз 2Н кислотой серной. Навеску веществ (0,05) помещали в ампулу емкостью 5-10 мл, прибавляли 2,5 мл раствора кислоты серной, запаивали ампулы и гидролизовали при температуре $100-105^{\circ}\text{C}$ в течении 6 часов. Гидролизат нейтролизовали бария карбонатом по универсальному индикатору до нейтральной реакции, отфильтровали и осаждали спиртом этиловым. Образовавшийся осадок обрабатывали катионитом КУ – 2 до кислой реакции. Разделение и идентификацию нейтральных моносахаридов проводили методом нисходящей хроматографии на бумаге в системе растворителей н-бутанол-пиридин-вода (6:4:3) параллельно со стандартными образцами сахаров. Кислые моносахара разделяли в системе этилацетат – кислота муравьиная – вода – кислота уксусная (18:1:4:3). Проявитель – анилинфталат, температура проявления 100°C , длительность проявления 10-15 минут [10].

Вторым этапом наших исследований было изучение отхаркивающей активности водорастворимых полисахаридных комплексов, выделенных из травы и корневищ с корнями девясила иволистного.

Для исследования отхаркивающего действия использовали модель изучения моторной функции мерцательного эпителия пищевода лягушки по методике В.В. Гацура. Экспериментальная работа выполнена на осенних лягушках *Rana temporaria*. [4].

Эффективность отхаркивающего действия сравнивали с официальным лекарственным растительным сырьем — корневищами с корнями девясила большого.

Результаты исследования

В результате проведенных исследований, впервые из травы девясила иволистного выделен водорастворимый полисахаридный комплекс (ВРПС), выход которого составил 6,87% из корневищ с корнями выход составил 8,86%. ВРПС из травы девясила иволистного, представляет собой аморфный порошок кремового цвета, из корневищ аморфный порошок имеет темно-кремовый цвет; при рассмотрении в воде образует опалесцирующие растворы (рН 1% водных растворов находится в пределах 5-6); растворяется также в водных растворах кислот и щелочей и не растворяется в органических растворителях. ВРПС дает положительную реакцию осаждения со спиртом, ацетоном, реакцию с реактивом Фелинга после кислотного расщепления полисахаридов [10].

Методом хроматографии на бумаге параллельно с достоверными образцами сахаров в исследуемом ВРПС идентифицировали в траве девясила иволистного глюкозу, галактозу, арабинозу, ксилозу, фруктозу, рамнозу и глюкуроновую кислоту, в корневищах — галактозу, фруктозу, ксилозу и рамнозу.

Изучение отхаркивающей активности водорастворимого полисахаридного комплекса, полученного из травы девясила иволистного показало, что данный препарат повышает двигательную активность мерцательного эпителия лягушки, следовательно, обладает отхаркивающими свойствами (таблица). По силе отхаркивающего действия водорастворимый полисахаридный комплекс, полученный из корневищ с корнями девясила иволистного близок к официальному лекарственному сырью — девясилу большому *Inula helenium*.



Таблица

Влияние водорастворимого полисахаридного комплекса девясила иволистного на двигательную активность мерцательного эпителия лягушки

Препарат	Коэффициент ускорения	Увеличение двигательной активности, %
ВРПС Девясил большой /корневища с корнями/	0,67±0,01	32,06±0,53*
ВРПС Девясил иволистный /корневища с корнями/	0,67±0,01	32,33±1,27*
ВРПС Девясил иволистный /трава/	0,81±0,02	18,75±1,73*

Примечание: * – различия по сравнению с контролем статистически достоверны при $P \pm 0,05$, $n = 6$ – количество лягушек в группе.

Выводы

Таким образом, впервые из травы и корневищ девясила иволистного выделен и исследован водорастворимый полисахаридный комплекс. Установлено что, наибольшее содержание галактозы, арабинозы, ксилозы. Доказано наличие отхаркивающего действия у водорастворимых полисахаридных комплексов, полученного из девясила иволистного, что позволяет использовать данный препарат в качестве самостоятельного отхаркивающего средства или как компонента при комплексной терапии. Это позволит расширить ассортимент отхаркивающих средств растительного происхождения.

Список литературы

1. Андрейченко, Ф.И. Растения народной медицины Урала как источник изыскания желчегонных препаратов. – Пермский фарм.ин-т. – Вып. 14. – 1980. – С. 74-81.
2. Анненков, Н. Ботанический словарь СПб. – 1878. – С. 46.
3. Бубенчикова В.Н. Фармакогностическое исследование некоторых представителей флоры Центрального Черноземья // Науч.тр.ВНИИФ. – М., 1991. – т. XXIX. – С.97-102
4. Гацура, В.В. Методы первичного фармакогностического исследования биологически активных – М.: Медицина, 1974. - 143 с.
5. Дерябина, Ф.И. Предварительное фитохимическое исследование некоторых растений семейства сложноцветных.- Науч. Тр. Пермского фармацевтического института - 1967. - Вып. 2. - С. 207-213.
6. Кит, С.М. Растительные средства народной медицины для борьбы с опухолями. - Материалы исследований лекарственных средств и сырья. М., 1959. С. 124-129.
7. Кудрицкая, О.Е. Каротиноиды плодов и ягод. - Киев: Высш. шк., 1990. - С.212.
8. Куренцова, Г.Э. Лекарственные растения Дальнего Востока. - Тр. Дальневост.Горно-таежн.ст.Ворошилов-Уссурийский. – 1941. - Т.4. - С. 131-226.
9. Лигай Л.В., Рахимов Д.А., Бандюкова В.А. Изучение углеводов *Malva neglecta* L. // Химия природ. соединений. 1989. №2. – С. 280-281.
10. Растительные ресурсы СССР: Цветковые растения, их химический состав, использование; Семейства *Nitellaceae - Lobeliaceae*. СПб., 1991. - 200 с.
11. Телятьев, В.В. Полезные растения Центральной Сибири. – Иркутск, 1985. – С.86.
12. Филиппов, М.П. Колориметрическое определение урониной части в пектиновых веществах. - Изв. АН МССР: Сер. биол. и хим. наук. - 1973. - №3. – С. 76-79.

COMPOSITION AND EXPECTORANT ACTIVITY OF WATER-SOLUBLE POLYSACCHARIDE COMPLEXES OF INULA SALICINA

V.N. Bubenichikova
A.V. Azarova

*Kursk State Medical University,
Kursk K. Marks St., 3,
305041*

e-mail: fg.ksmu@mail.ru

Methods of selection, the study of water-soluble polysaccharide complexes from the over-ground part and rhizomes of the *Inula salicina* have been presented, and their expectorant effects on the model of studying the motor function of ciliary epithelium of the esophagus frog by the V.V. Gatsura's method have been determined. Monosaccharide composition of water-soluble polysaccharide complexes of the over-ground part and rhizomes of the *Inula salicina* has been established under investigation. An expectorant action of water-soluble polysaccharide complex obtained from the *Inula salicina* has been proved, that allows to use this drug as a separate expectorant or as a component in complex therapy. This will allow to expand the assortment of expectorants of the medicinal plants.

Key words: *Inula salicina*, polysaccharide complexes, expectorants effects.

УДК: 615:322:547.56:577.114

СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКИЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ СУММЫ ФЛАВОНОИДОВ В НАДЗЕМНОЙ ЧАСТИ *VIOLA ODORATA*L.

Р.А. Бубенчиков

Курский государственный медицинский университет, 305041, г. Курск, ул. К.Маркса, 3

e-mail: fg.ksmu@mail.ru

Разработана методика количественного определения суммы флавоноидов в сырье фиалки душистой (*Viola odorata* L), основанная на реакции комплексообразования с алюминия хлоридом. Оптимальными условиями для извлечения флавоноидов является степень измельчения 1-2 мм, экстракция 70% спиртом этиловым в соотношении сырье-экстрагент (1:100) в течение 45 минут. Содержание суммы флавоноидов в надземной части фиалки душистой колебалось от 1,15 до 3,21%.

Ключевые слова: фиалка душистая (*Viola odorata* L), трава, флавоноиды, спектрофотометрия.

Введение

Фиалка душистая – многолетнее травянистое растение семейства фиалковых (Violaceae), широко распространенное на Европейской части России, Кавказе [7].

Надземная часть фиалки душистой входила в Фармакопеи Нидерландов, Германии, Польши, Турции [5], цветки – в I издание отечественной Фармакопеи, входят в Фармакопеи ряда стран: Аргентины, Бразилии, Франции, Португалии и др. [7].

Изучение химического состава фиалки душистой показало присутствие в них флавоноидов, фенолкарбоновых кислот, кумаринов, полисахаридов и др. соединений [3, 7].

Фармакологические исследования показали, что одной из групп действующих веществ наряду с полисахаридами являются фенольные соединения, и в частности, флавоноиды. Флавоноиды фиалки душистой представлены гесперидином, витексином, виценином и рутином [3].

Поэтому нами была проведена оценка сырья фиалки душистой по содержанию флавоноидных соединений.

Цель работы заключалась в разработке методики количественного определения суммы флавоноидов в надземной части фиалки душистой.

Объекты и методы исследования

Объектом исследования служила воздушно-сухая надземная часть фиалки душистой, заготовленная в 2009 г. в Курской области (окр. Г. Курска, ур. Знаменская роща) в период массового цветения растений.

В основу количественного определения положен спектрофотометрический метод, основанный на реакции комплексообразования с алюминия хлоридом [1, 6]. В качестве стандартного образца был взят РСО рутин, т.к. он является преобладающим флавоноидным соединением фиалки душистой. Максимумы поглощения комплексов рутина стандарта с алюминия хлоридом и извлечений из травы фиалки душистой 70% спиртом этиловым с алюминия хлоридом совпадают и находятся в области 410 нм.

Нами использован дифференциальный вариант спектрофотометрии, т.е. в качестве раствора сравнения использовали исходный раствор извлечения без алюминия хлорида, что позволяет исключить влияние на результаты анализа сопутствующих растительных веществ, имеющих оптическую плотность в области максимума поглощения извлечений из сырья [2, 6].



При проведении анализа пробы подкисляли уксусной кислотой для перевода флавоноидов и сопутствующих им веществ в недиссоциированную форму с целью улучшения воспроизводимости результатов [2, 6].

Первым этапом наших исследований было изучение влияния степени измельченности на экстракцию флавоноидов. При этом установили, что максимальное извлечение флавоноидов достигается при степени измельчения сырья 1-2 мм (табл. 1).

В качестве экстрагентов использовали этиловый спирт различной концентрации. Наиболее полное извлечение флавоноидов достигалось при экстрагировании 70% этиловым спиртом (табл. 1).

Для обеспечения полноты извлечения суммы флавоноидов навеску сырья нагревали на кипящей водяной бане до наступления равновесия, которое в данном случае наступает через 45 минут [6].

Таблица 1

Влияние условий экстракции на содержание суммы флавоноидов

Условия экстракции	Содержание суммы флавоноидов, %
Степень измельченности сырья, мм:	
0,5	2,63
1,0	2,79
2,0	2,83
3,0	2,21
Экстрагент: этиловый спирт, %	
30	2,54
50	2,71
70	3,20
96	2,10
Время экстракции, мин (70% спирт этиловый, соотношение сырье-экстрагент 1:100):	
30	2,60
45	3,20
60	3,21

Методика определения. Аналитическую пробу сырья, измельчают до размера частиц, проходящих сквозь сито (ТУ 23.2,2068-89) с отверстиями диаметром 1 мм. Около 1.0 г (точная навеска) измельченного сырья, помещают в колбу со шлифом вместимостью 250 мл, прибавляют 100 мл 70% этилового спирта и взвешивают с погрешностью +0,01 г. Колбу присоединяют к обратному водяному холодильнику, нагревают на кипящей водяной бане в течение 45 минут, периодически встряхивая для смывания частиц сырья со стенок. Колбу с содержимым искусственно охлаждают до комнатной температуры, взвешивают и при необходимости доводят до первоначальной массы спиртом этиловым 70%. Извлечение фильтруют через бумажный фильтр, смоченный тем же спиртом, отбрасывая первые 10 мл фильтрата.

2 мл извлечения помещают в мерную колбу вместимостью 25 мл, прибавляют 5 мл 5% раствора алюминия хлорида в 70% этиловом спирте и через 10 мин 1 мл 3% раствора кислоты уксусной. Объем раствора доводят тем же спиртом до метки и оставляют на 30 минут.

Оптическую плотность полученного раствора измеряют на спектрофотометре при длине волны 410 нм в кювете с толщиной слоя 10 мм.

В качестве раствора сравнения используют раствор, состоящий из 2 мл извлечения, 1 мл 3% раствора кислоты уксусной и доведенный спиртом этиловым 70% до метки в мерной колбе вместимостью 25 мл.

Параллельно измеряют оптическую плотность раствора стандартного образца рутина (РСО), приготовленного аналогично испытываемому раствору.

Содержание суммы флавоноидов в процентах (X) в пересчете на рутин и абсолютно сухое сырье вычисляется по формуле:



$$X = \frac{D \cdot m_0 \cdot 1 \cdot 100 \cdot 100 \cdot 100}{D_0 \cdot m \cdot 2 \cdot 100 \cdot (100 - W)} ;$$

где D – оптическая плотность испытуемого раствора;

D₀ – оптическая плотность раствора стандартного образца (PCO) рутина;

m – масса сырья в граммах;

m₀ – масса PCO рутин в граммах;

W – потеря в массе при высушивании сырья в процентах.

Статистическая обработка проведена по общепринятой методике [4]. Результаты показали, что ошибка единичного определения с 95% вероятностью не превышает 3,63% (табл. 2).

Таблица 2

Метрологическая характеристика метода

N п/п	X	n	X	S ²	S _x	P, %	t(Pf)	ΔX	E _{отн}
1	2,02	5	2,01	0,00025	0,007	95	2,78	0,044	2,21%
	2,00								
	2,03								
	1,99								
	2,01								
2	2,76	5	2,74	0,00100	0,014	95	2,78	0,089	3,25%
	2,70								
	2,78								
	2,72								
	2,74								
3	1,82	5	1,84	0,00060	0,011	95	2,78	0,067	3,63%
	1,82								
	1,84								
	1,88								
	1,84								
4	2,29	5	2,32	0,00060	0,011	95	2,78	0,067	2,88%
	2,35								
	2,33								
	2,30								
	2,33								
5	2,40	5	2,41	0,00050	0,010	95	2,78	0,061	2,54%
	2,38								
	2,41								
	2,44								
	2,42								

Таблица 3

Опыты с добавками

Содержание суммы флавоноидов в 1 г сырья, мг	Добавлено рутин, мг	Вычислено с добавкой, мг	Найдено, мг	Относительная ошибка, %
15,3	-	15,3	15,30	-
15,3	3,2	18,5	18,34	- 0,87
15,3	7,2	22,5	22,26	- 1,07
15,3	14,4	29,7	30,06	+ 1,21

Проведение опытов с добавками известного количества PCO рутин в извлечение из сырья фиалки душистой показало отсутствие систематической ошибки метода (см. табл. 3).

Предложенной методикой проанализировано 5 партий сырья фиалки душистой. Согласно полученным данным (см. табл. 2), содержание суммы флавоноидов находится в пределах от 1,15 до 3,21%.



Таким образом, по разработанной методике можно оценивать качество сырья фиалки душистой по содержанию флавоноидов.

Выводы

Разработана методика количественного определения суммы флавоноидов в сырье фиалки душистой (*Viola odorata* L), основанная на реакции комплексообразования с алюминия хлоридом. Оптимальными условиями для извлечения флавоноидов является степень измельчения 1-2 мм, экстракция 70% спиртом этиловым в соотношении сырье-экстрагент (1:100) в течение 45 минут. Содержание суммы флавоноидов в надземной части фиалки душистой колебалось от 1,15 до 3,21%

Список литературы

1. Беликов В.В., Шрайбер М.С. Методы анализа флавоноидных соединений // Фармация. 1970. №. 1. С. 68-72.
2. Беликов В.В., Точкова Т.В. Реакции комплексообразования в анализе флавоноидов // Фенольные соединения и их физиологические свойства. - Алма-Ата, 1973. С. 168-172.
3. Бубенчиков Р.А. Фитохимическое и фармакологическое изучение растений рода Фиалка: Автореф. дис. ... канд. фармац. наук. Купавна, 2002. 24 с.
4. Государственная фармакопея СССР. – 11- изд. – М.: Медицина, 1987. – Вып. 1. –277 с.
5. Растительные ресурсы СССР: Цветковые растения, их химический состав, использование; Семейства Раеoniaceae – Thymelaeaceae. Л., 1985.
6. Точкова Т.В., Бубенчикова В.Н. Спектрофотометрический метод количественного определения суммы флавоноидов в цветках липы // Ресурсоведческое и фитохимическое изучение лекарственной флоры СССР. Науч. тр. Т. XXIX. М., 1991. С. 150-155.
7. Флора СССР: В 30-ти т. М., Л: Изд-во АН СССР, 1934-1964. Т. VI, 1941.

SPECTROPHOTOMETRIC METHOD OF FLAVONOID CONTENT IN *VIOLA ODORATA* L.

R.A. Bubenichicov

Kursk State Medical University,
Kursk K. Marks St., 3, 305041

e-mail: fg.ksmu@mail.ru

The technique of quantitative determination of the flavonoid sum in *Viola odorata* L. with the use of differential spectrophotometry is elaborated on the bases of the reaction of complex formation the aluminium chloride solution. The content of flavonoid in plant *Viola odorata* L. in counting again on state standart sample of rutin is in the range of 1,15-3,21%.

Key words: *Viola odorata* L., herb, flavonoid, spectrophotometric

СТАНДАРТИЗАЦИЯ ТРАВЫ БОРОДАВНИКА ОБЫКНОВЕННОГО ПО СОДЕРЖАНИЮ ПОЛИСАХАРИДОВ

В.Н. Бубенчикова
С.В. Логутев
С.Н. Редькина

*Курский государственный
медицинский университет,
305041, г. Курск, ул. К.Маркса, 3
e-mail: fg.ksmu@mail.ru*

В статье приведены результаты выделения и химического изучения водорастворимых полисахаридов травы бородавника обыкновенного. Был определен их качественный и количественный состав. Проведена стандартизация травы бородавника обыкновенного по содержанию полисахаридов гравиметрическим методом, при этом изучена экстракция полисахаридов из травы, условия осаждения полисахаридов.

Ключевые слова: бородавник обыкновенный, трава, полисахариды, гравиметрический метод

Введение

Бородавник обыкновенный (*Lapsana communis* L.) – однолетнее травянистое растение семейства сложноцветные (Compositae). В народной медицине применяется отвар бородавника обыкновенного как слабительное, антибактериальное средство. Надземная часть бородавника обыкновенного используется наружно, как анальгезирующее, ранозаживляющее средство при опухолях. Свежий сок, полученный из листьев, нашел свое применение при лечении сахарного диабета.

В химическом плане данное растение изучено недостаточно. В литературе встречаются данные о содержании в надземной части фенолкарбоновых кислот, в частности хлорогеновой, флавоноидов, листья содержат витамины, семена – жирное масло [2,4].

Цель нашей работы заключалась в изучении водорастворимого полисахаридного комплекса травы бородавника обыкновенного.

Материалы и методы исследования

Объектом исследования служила воздушно - сухая измельченная трава бородавника обыкновенного, заготовленная в 2010 году в Курской области.

Выделение водорастворимого полисахаридного комплекса (ВРПС) проводили по методике Н.К. Кочеткова [3].

Для установления моносахаридного состава ВРПС проводили гидролиз кислотой серной (1 моль/л) [5]. Моносахариды определяли в гидролизатах методом хроматографии на бумаге в системах растворителей: н. бутанол – пиридин – вода (6:4:3) и этилацетат – кислота уксусная – кислота муравьиная – вода (18:3:1:4) параллельно с достоверными образцами. Хроматограммы после высушивания на воздухе обрабатывали анилинфталатным реактивом и нагревали в сушильном шкафу при температуре 100-105°C; моносахариды проявлялись в виде красновато-коричневых пятен. Определение количественного содержания сахаров в гидролизатах полисахаридов проводили денситометрически после хроматографии в тонком слое сорбента [6].

Результаты исследования и их обсуждение

В результате исследований из травы бородавника обыкновенного нами был выделен ВРПС, представляющие собой аморфный порошок кремового цвета; при рассмотрении в воде образуют опалесцирующие растворы (рН 1% водных растворов находится в пределах 5-6); растворяется также в водных растворах кислот и щелочей и не растворяется в органических растворителях. ВРПС дает положительную реакцию осаждения со спиртом, ацетоном, реакцию с реактивом Фелинга после кислотного



расщепления полисахаридов [5]. Методом хроматографии на бумаге параллельно с достоверными образцами сахаров в исследуемом ВРПС идентифицировали арабинозу, галактозу, ксилозу, рамнозу, галактуроновую кислоту. В ВРПС травы бородавника обыкновенного преобладают галактоза (5,9%) и арабиноза (6,3%).

Таблица 1

**Характеристика полисахаридов, выделенных
из травы бородавника обыкновенного**

Фракция полисахаридов	Выход из воздушно-сухого сырья, %	Моносахаридный состав, % к полисахаридному комплексу				
		арабиноза	галактоза	ксилоза	рамноза	Галактуроновая кислота
ВРПС	5,86	6,3	5,9	0,6	0,4	4,9

Так как водорастворимые полисахариды являются одной из групп действующих веществ бородавника обыкновенного нами предложена их стандартизация по содержанию суммы полисахаридов. Для этого разработана методика гравиметрического определения полисахаридов, основанная на экстракции суммы полисахаридов из сырья с последующим осаждением их 96% спиртом этиловым. При этом изучены стадии: экстрагирование полисахаридов из лекарственного сырья и условия их осаждения.

Нами использована экстракция до полного извлечения полисахаридов из измельченного сырья водой при соотношении сырье-растворитель (1:10). Для осаждения полисахаридов из водных извлечений использовали 96% спирт этиловый [1]. Нами проведены исследования по изучению оптимальных условий экстракции (степень измельчения сырья, время и кратность экстракции) и осаждения полисахаридов (соотношения извлечения и спирта).

Проведенные исследования позволили установить оптимальные условия, обеспечивающие полноту экстракции и осаждения суммы полисахаридов из травы бородавника обыкновенного (табл. 2).

Таблица 2

**Влияние условий экстракции и осаждения на содержание полисахаридов,
полученных из травы бородавника обыкновенного**

Условия экстракции		Содержание полисахаридов, %
Степень измельчения сырья, мм:	1	6,07
	2	4,76
	3	5,38
Время и кратность экстрагирования, мин	30	3,75
	60 (30×2)	7,20
	90 (30×3)	7,91
	120 (30×4)	6,62
Соотношения извлечения и 96% спирта этилового	1:2	5,62
	1:3	6,80
	1:4	7,91
	1:5	7,89

Установлено, что максимальное извлечение полисахаридов из травы бородавника обыкновенного достигается при степени измельчения сырья до размера частиц, проходящих сквозь сито с размером отверстий 1 мм, использовании 3-кратной экстракции сырья водой в течение 90 минут (3 раза по 30 минут) при соотношении сырье - экстрагент (1:10) и осаждении полисахаридов 4-кратным количеством 96% спирта этилового.

Описанные выше исследования по оптимизации условий экстракции и осаждения полисахаридов позволили разработать методику количественного определения содержания суммы полисахаридов в траве бородавника обыкновенного.

Методика количественного определения суммы полисахаридов

Аналитическую пробу сырья измельчают до размера частиц, проходящих сквозь сито с диаметром отверстий 1 мм. Около 10 г измельченного сырья (точная навеска) помещают в колбу вместимостью 250 мл, прибавляют 100 мл воды, колбу присоединяют к обратному холодильнику и кипятят при перемешивании на электрической плитке в течение 30 минут. Экстракцию водой повторяют еще два раза по 100 мл в течение 30 минут каждый раз. Водные извлечения объединяют, центрифугируют с частотой вращения 5000 об/мин в течение 10 минут и декантируют в мерную колбу вместимостью 500 мл через 5 слоев марли, вложенной в стеклянную воронку диаметром 66 мм и предварительно смоченной водой. Фильтр промывают водой и доводят объем раствора водой до метки (раствор А).

25 мл раствора А помещают в центрифужную пробирку, прибавляют 100 мл 96% спирта этилового, перемешивают, подогревают на водяной бане при температуре 60°C в течение 5 минут. Через 30 минут содержимое центрифугируют с частотой вращения 5000 об/мин в течение 30 минут.

Надосадочную жидкость фильтруют под вакуумом при остаточном давлении 13-16 кПа через высушенный до постоянной массы при температуре 100-105°C стеклянный фильтр ПОР 16 диаметром 40 мм. Затем осадок количественно переносят на тот же фильтр и промывают 15 мл смеси 96% спирта этилового и воды (3:1). Фильтр с осадком высушивают сначала на воздухе, затем при температуре 100-105°C до постоянной массы.

Содержание полисахаридов в пересчете на абсолютно сухое сырье в процентах (X) вычисляют по формуле:

$$X (\%) = \frac{(m_2 - m_1) \times 500 \times 100 \times 100}{m \times 25 \times (100 - W)},$$

где m_1 – масса фильтра, г;

m_2 – масса фильтра с осадком, г;

m – масса сырья, г;

W – потеря в массе при высушивании сырья, %.

Установлено, что содержание суммы полисахаридов в траве бородавника обыкновенного колеблется от 5,15% до 8,12%.

Выводы

1. В результате исследований впервые из травы бородавника обыкновенного выделен и установлен качественный и количественный моносахаридный состав водорастворимых полисахаридов.

2. На основании проведенных исследований выявлены оптимальные условия и разработана методика определения количественного содержания суммы полисахаридов в траве бородавника обыкновенного.

Список литературы

1. Енгалычева, Е.И., Линевиц Л.И., Ладыгина Е.Я. Полисахариды из листьев мать-и-мачехи // Фармация. – 1984. - №3. – С. 13-16.
2. И.А. Губанов, К.В. Киселева, В.С. Новиков, В.Н. Тихомиров Иллюстрированный определитель растений Средней России Том 3 Покрывтосеменные (двудольные: раздельнолепестные) Т-во научных изданий Ин-т технологических исследований. – М., 2004. – 520 с.
3. Кочетов Н.К. Химия биологически активных природных соединений. – М., 1970.- 378 с.
4. Растительные ресурсы СССР: Цветковые растения, их химический состав, использование; Семейство Asteraceae (Compositae). – СПб.: Наука, 1993. – С. 140.
5. Степаненко Б.Н. Химия и биохимия углеводов (Полисахариды). – М., 1978. – 256 с.
6. Филиппов М.П. Колориметрическое определение урониной части в пектиновых веществах // Изв. АН МССР: Сер. Биол. И хим. Наук. – 1973. - №3.- с. 76-79.



STANDARTIZATION OF LAPSANA COMMUNIS L. HERB BY CONTENT OF POLYSACCHARIDE COMPLEXES

V.N. Bubenchikova

S.V. Logutev

S.N. Redkina

*Kursk State Medical University,
Kursk K. Marks St., 3, 305041*

e-mail: fg.ksmu@mail.ru

The paper gives the results of the isolation and chemical study of polysaccharide complexes of *Lapsana communis* L. Their qualitative and quantitative monosaccharide composition has been established. To standardize the herbs of *Lapsana communis* L. by content of polysaccharides the gravimetric method with following studies have been proposed: extraction of polysaccharides from herbs; precipitation of polysaccharides.

Key words: *Lapsana communis* L., herb, polysaccharide complexes, gravimetric method

ИЗУЧЕНИЕ ПОЛИСАХАРИДНОГО И МИНЕРАЛЬНОГО СОСТАВА ГЕРАНИ КРОВАВО-КРАСНОЙ

В.Н. Бубенчикова
Ж.А. Булатникова

Курский государственный
медицинский университет,
305041, г. Курск, ул. К. Маркса 3
E-mail: fg.ksmu@mail.ru

Изучение полисахаридного и минерального состава травы герани кроваво-красной. Методы исследования: экстракция сырья 70% спиртом этиловым, водой, смесью 0,5% раствором кислоты щавелевой и аммония оксалата (1:1), 10% водным раствором натрия гидроксида; метод спектрографии. Основные результаты: установлено, что углеводный комплекс надземной части *Geranium sanguineum* L. представлен водорастворимыми полисахаридами, пектиновыми веществами, гемицеллюлозами; установлен их моносахаридный состав. Минеральный состав травы герани кроваво-красной представлен Ni, Co, V, Mo, Cu, Pb, Zn, As, Sb, Sn, P, Ga, Bi, Tl, Ge, Ag, Ti, Mg, Cr, W, Be, Ba, Li, Cd, Sr, Zr, Sc, La, Hf, Nb, Ta, Y, Yb, Hg, In.

Ключевые слова: герань кроваво-красная, минеральный состав, полисахаридный комплекс

Введение

Герань кроваво-красная (*Geranium sanguineum*) многолетнее травянистое семейства гераниевые (*Geraniaceae*) растение. В народной медицине настой травы и отвар корней применяют как вяжущее, противовоспалительное, кровоостанавливающее средство. В западной народной медицине настой травы используют при желудочно-кишечных заболеваниях; мочекаменной болезни, ревматизме [2].

В химическом плане данное растение изучено недостаточно. Имеются сведения о содержании дубильных веществ, каротиноидов [2].

Цель нашей работы было изучение полисахаридного и минерального состава травы герани кроваво-красной.

Объекты и методы исследования

Объектом и методом исследования служила воздушно-сухая измельченная надземная часть герани кроваво-красной, заготовленная на территории Курской области в 2010г. в период массового цветения растений.

Для выделения полисахаридного комплекса воздушно-сухое измельченное сырье предварительно обрабатывали 70% спиртом этиловым для удаления полифенольных соединений. Из шрота, оставшегося после получения полифенольных соединений, последовательно выделяли водорастворимые полисахаридный комплекс (ВРПС), пектиновые вещества и гемицеллюлозы (Гц А, Гц Б).

Воздушно-сухой шрот экстрагировали водой в соотношении 1:20 к массе сырья при нагревании до 95°C в течение 1 часа при постоянном перемешивании. Повторное извлечение полисахаридов проводили дважды водой в соотношении 1:10. Растительный материал отделяли центрифугированием, и объединенные экстракты упаривали до 1/5 первоначального объема. Полисахариды осаждали тройным объемом 96% спирта этилового при комнатной температуре. Выпавший осадок полисахаридов отделяли, промывали 70% спиртом этиловым, ацетоном. Полученный водорастворимый полисахаридный комплекс лиофильно высушивали [1].

Из шрота, оставшегося после получения ВРПС, выделяли пектиновые вещества. Экстракцию сырья проводили смесью 0,5% раствором кислоты щавелевой и аммония оксалата (1:1) в соотношении 1:20 при 80-85° С в течение 2 часов. Повторное



извлечение проводили дважды в соотношении 1:10, с последующим осаждением их 96% спиртом этиловым [3,4].

Шрот оставшийся после выделения ПВ заливали пятикратным объемом 10% водного раствора натрия гидроксида и оставляли при комнатной температуре на 12 часов. Затем отфильтровывали через четыре слоя марли. К полученному фильтрату прибавляли два объема кислоты уксусной. Образовавшийся осадок отфильтровывали через фильтр. На фильтре получали осадок Гц А и Гц Б в виде зеленовато-коричневой массы. К фильтрату добавляли двукратный объем 96% спирта этилового для осаждения Гц Б. Полученный осадок отфильтровывали через фильтр. Промывали спиртом этиловым, высушивали [6].

Для установления моносахаридного состава ВРПС, ПВ и Гц А и Б, проводили их гидролиз 2Н кислотой серной. Навеску веществ (0,05) помещали в ампулу емкостью 5-10 мл, прибавляли 2,5 мл раствора кислоты серной (1 моль/л), запаивали ампулы и гидролизовали при температуре 100-105° С в течение 6 часов (для полисахаридов), 24 часов (для пектиновых веществ) и 48 часов (для Гц А, Гц Б). Гидролизат нейтрализовали бария карбонатом по универсальному индикатору до нейтральной реакции, отфильтровали и осаждали спиртом этиловым. Образовавшийся осадок обрабатывали катионитом КУ-2 до кислой реакции. Разделение и идентификацию нейтральных моносахаров проводили методом нисходящей хроматографии на бумаге в системе растворителей *n*-бутанол-пиридин-вода (6:4:3) параллельно со стандартными образцами сахаров. Кислые моносахара разделяли в системе этилацетат-кислота муравьиная-вода-кислота уксусная (18:1:4:3). Проявитель- анилинфталат, температура проявления 100° С, длительность проявления 10-15 минут [7].

Содержание минеральных элементов определяли методом спектрографии. Анализируемые пробы тщательно высушивали, измельчали и подвергали озолению в муфельной печи при $t = 550^{\circ}\text{C}$ при доступе воздуха а течение 2 часов. Полученную золу после охлаждения в эксикаторе взвешивали на аналитических весах и анализировали на спектрографе ДФС 8-1. Содержание отдельных элементов определяли на спектрограммах с погрешностью не более 2% в пересчете на золу[5].

Результаты и их обсуждения

В результате проведенных исследований установлено, что полисахариды надземной части герани кроваво-красной представлены 4 фракциями: ВРПС, выход которых составил 5,74%, ПВ – 7,24%, Гц А – 1,1%, Гц Б – 2,28% от воздушно – сухого сырья.

Методом хроматографии на бумаге параллельно с достоверными образцами сахаров в исследуемом ВРПС идентифицировали глюкозу, галактозу, ксилозу, рамнозу и галактуроновую кислоту, преобладает ксилоза, глюкоза, галактоза. В выделенных ПВ преобладающей является галактуроновая кислота, кроме нее обнаружены и нейтральные моносахариды – глюкоза, галактоза, рамноза.

В гидролизате Гц А и Гц Б обнаружены ксилоза, глюкоза, галактоза. По величине пятен и интенсивности их окраски преобладающим моносахаридом является ксилоза, что указывает на наличие полисахаридов типа ксиланов.

Анализ минерального состава показал, что в траве герани кроваво – красной содержится 35 биоэлементов. Обнаруженные элементы разделили на : имеющие важное биологическое значение (кобальт, марганец, медь, молибден, хром, цинк); условно важное (ванадий, мышьяк); токсические элементы (барий, висмут, свинец, ртуть); потенциально токсические (галлий, иттрий, олово, стронций, серебро, таллий, цирконий).

Наибольшее содержание среди биоэлементов, в надземной части герани кроваво – красной отмечено у молибдена (0,0001%), меди (0,008%), марганца (0,08%), бария (0,1%).

Выводы

Таким образом, впервые из травы герани кроваво – красной выделены и исследованы полисахариды. Установлено, что углеводный комплекс данного растения

представлен ВРПС, ПВ, Гц; установлен их моносахаридный состав. В траве герани кроваво – красной установлено содержание макроэлементов (Р, Мп), а также важнейших эссенциальных микроэлементов (Мп, Сu, Zn, Cr, Мо и др.), позволяющее использовать данное растение в комплексном лечении заболеваний, связанных с нарушением минерального баланса.

Список литературы

1. Бубенчикова В.Н. Фармакогностическое исследование некоторых представителей флоры Центрального Черноземья // Науч. тр. ВНИИФ.-М., 1991.-Т. XXIX.- С. 97-102.
2. Махлаюк В.П. Лекарственные растения в народной медицине//«Нива России». - М., 1992. - 477с.
3. Маликова М.Х., Рахимов Д.А., Кристалович Э.Л. Изучение пектинов диких яблок // Химия природ. соединений. - 1993.-№3.- С. 355-357.
4. Лигай Л.В., Рахимов Д.А., Бандюков В.А. Изучение углеводов *Malva neglecta* L. // Химия природ. соединений.- 1989. - №2. – С. 280-281.
5. Лукманова К.А., Рябчук В.А., Салихова Н.Х. Аминокислотный и минеральный состав фитопрепарата люцерон // Фармация. – 2000. - №1.- С. 25-27.
6. Рахманбердыев Р.К., Рахимов Д.А., Нигматуллаев А.М., Полисахариды из отходов овоще-бахчевых культур // Химия природ. соединений. – 1994. - №5. – С. 597-600.
7. Степаненко Б.Н. Химия и биохимия углеводов / Полисахариды. - М. 1978. – 256 с.

STADY OF POLYSACCHARIDE AND MACRO- AND MICROELEMENT COMPOSITION OF HERB OF GERANIUM SANGUINEUM

V.N. Bubenchikova
Zh.A. Bulatnicova

*Kursk State Medical University,
305041, Kursk, Russia*

E-mail: Fg.ksmu@mail.ru

The aim of the investigation is to study the polysaccharide and mineral composition the over-ground of part of *Geranium sanguineum* L. Methods of the investigation: extraction of raw materials by 70% ethyl alcohol, water, the mixture of 0.5% solution of oxalic acid and ammonium oxalate (1:1), 10% aqueous alkali solution, the method of spectrography. Basic results: it has been established that carbohydrate complex the over-ground of part of *Geranium sanguineum* L. is represented by water-soluble polysaccharide, pectins, hemicelluloses; their monosaccharide composition has been determined. The mineral composition of the over-ground of part *Geranium sanguineum* L. is presented by Ni, Co, V, Mo, Cu, Pb, Zn, As, Sb, Sn, P, Ga, Bi, Tl, Ge, Ag, Ti, Mg, Cr, W, Be, Ba, Li, Cd, Sr, Zr, Sc, La, Hf, Nb, Ta, Y, Yb, Hg, In.

Key words: *Geranium sanguineum* L. , mineral composition, polysaccharide complex..



УДК 635.939.73

СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СРОКА СОЗРЕВАНИЯ ПЛОДОВ ЖИМОЛОСТИ СИНЕЙ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ИЗМЕНЕНИЙ ИХ БИОХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА

**Ф.Г. Белосохов¹,
О.А. Белосохова²**

¹ ФГОУ ВПО Мичуринский государственный аграрный университет, 393760, Россия, г. Мичуринск-наукоград РФ, ул. Интернациональная, 101

e-mail: mgau@mich.ru

² ФГОУ ВПО Мичуринский государственный педагогический институт, 393760, Россия, г. Мичуринск-наукоград РФ, ул. Советская, 274

e-mail: mgpi_lab@mich.ru

Рассмотрены биохимические обоснования методики определения сроков созревания плодов жимолости синей. Установлено, что отбор проб для биохимического анализа и дегустации следует начинать не ранее 10 суток с момента начала созревания плодов. При сборе плодов для лечебно-профилактических целей допускается начинать его в зависимости от происхождения сорта на 5-7 день с момента начала созревания плодов.

Ключевые слова: жимолость синяя, биохимический состав плодов, витамин С, витамин Р, сахара, органические кислоты, сухие вещества.

Введение

Большинство исследователей химического состава плодов жимолости отмечает в них высокое содержание комплекса Р-витаминных соединений, представленных антоцианами и лейкоантоцианами, а также катехинами, флавонолами, хлорогеновыми кислотами и конденсированными производными - дубильными веществами [1] и других биологически активных веществ. Жимолость относится к ягодным растениям со средним содержанием витамина С. Однако, в зависимости от эколого-географического происхождения и таксономической принадлежности, почвенно-климатических условий, срока съема плодов содержание витамина С может колебаться в значительных пределах. Изменения химического состава плодов жимолости во многом обусловлено почвенно-климатическими условиями и сроками сбора плодов. По мере созревания плодов в них увеличивается содержание сухих веществ, сахаров и Р-активных веществ, в то же время уменьшается общая кислотность и содержание аскорбиновой кислоты [2]. В связи с этим весьма актуальным представляется постановка вопроса о методике определения биохимического состава плодов жимолости синей и биологическом обосновании сроков сбора плодов в производственной культуре. В существующих методиках [3, 4] даются следующие методические рекомендации: «Дегустационную оценку и определение характера вкуса проводят на закрытой дегустации при достижении плодами полной спелости». Для биохимического анализа «ягоды ...собирают в оптимальной зрелости...», «пробы отбирают в период массового, второго сбора ягод». Никаких указаний на то, как определяется состояние «полной спелости», «оптимальной зрелости» у жимолости синей в существующих методиках не приводится. При определении срока «массового сбора» у жимолости рекомендовано руководствоваться следующим положением: «Массовое созревание совпадает со сроком сбора ягод, его отмечают, когда созреет 75% плодов на кусте». Таким образом, селекционеру, сортоведо или специалисту производства предлагается субъективно органолептически решать вопрос о том, наступила ли уже «полная спелость», «оптимальная зрелость» или ещё нет. Указание на количественный параметр созревания 75% плодов не проясняет ситуации, поскольку для жимолости не определены количественные показатели самого понятия «полная спелость», «оптимальная зрелость». Объективная оценка одного из важнейших хозяйственных свойств сортов жимолости синей вследствие этого становится серьёзной проблемой для селекционеров и специалистов производства.

Одним из путей решения этой проблемы представляется разработка методики количественной оценки объективных показателей биохимического состава плодов на основе изучения сортовых и видовых особенностей динамики этих параметров в период их созревания.

Объект и методы исследования

Экспериментальная работа выполнялась в 1988 - 2009 гг. на кафедре химии Мичуринского государственного педагогического института и на кафедре биологии растений и селекции плодовых культур Мичуринского государственного аграрного университета.

Объектами изучения в данном эксперименте служили 59 сортообразцов жимолости разных сроков созревания (от самых ранних до самых поздних) различного эколого-географического происхождения и таксономической принадлежности. Из-за объективной ограниченности рамок настоящей публикации в качестве типичных примеров классов объектов исследования рассмотрена динамика показателей биохимического состава сортов Голубое Веретено (жимолость камчатская, ранний срок созревания), Бакчарская (жимолость Турчанинова, средний срок созревания), Берель (гибрид жимолости камчатской и жимолости алтайской, поздний срок созревания), сортообразец 14-9 (жимолость съедобная, позднего срока созревания). Исследования проводились в соответствии с методическими рекомендациями [3, 4]. Обработку результатов исследований проводили методами математической статистики с помощью пакетов STATISTICA 6.1.© корпорации StatSoft и StatGraphics Plus 5.0 .

Результаты и обсуждение

На примере сорта Голубое Веретено можно проиллюстрировать типичные изменения химического состава плодов в процессе их созревания (рис.1.). Изменения начинаются в фазу начала созревания плодов, которая в соответствии с [4] «...отмечается при окрашивании в типичный сине-голубой цвет 25% неповрежденных вредителями плодов». В течение 10 дней с начала созревания уменьшается количество органических кислот (с 3,56% до 2,05%), но увеличивается содержание сухих веществ (с 10,50% до 13,05%), сахаров (с 4,59% до 7,27%) и Р-активных веществ (с 0,42% до 1,05%). Динамика аскорбиновой кислоты имела более сложный характер: в течение 5 дней с начала созревания наблюдался рост содержания (с 0,31% до 0,35%), а затем, в последующие 5 дней – снижение содержания почти на треть – с 0,35% до 0,26%.

При сравнении динамики химического состава плодов жимолости других исследуемых сортообразцов мы отмечали существенные различия лишь в абсолютных значениях показателей содержания сухих веществ, суммы сахаров, органических кислот, витамина Р, тогда как общая динамика этих веществ имела сходные тенденции у всех изученных объектов. Достоверные различия у сортообразцов были отмечены лишь в специфической динамике аскорбиновой кислоты в процессе созревания плодов жимолости.

Максимальное значение содержания сухих веществ, суммы сахаров, Р-активных веществ и, соответственно, минимальное значение содержания органических кислот в плодах жимолости вне зависимости от срока созревания и эколого-географического происхождения и таксономической принадлежности сортообразца отмечалось на 10-11 день после начала созревания. В течение последующих 5 дней существенных изменений биохимического состава плодов не отмечалось.

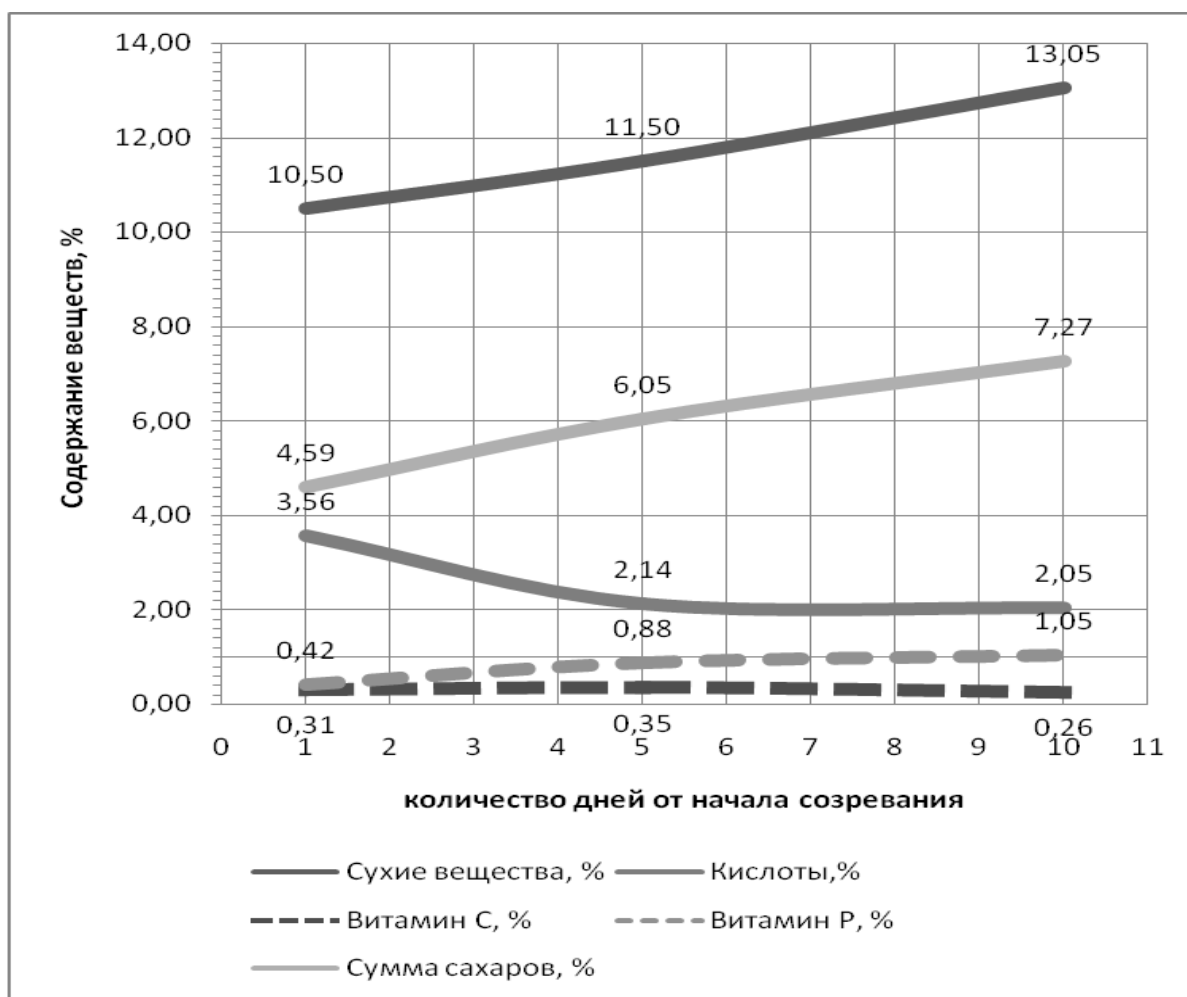


Рис. 1. Динамика химического состава плодов сорта Голубое Веретено в процессе их созревания

За пределами 15-дневного наблюдения за динамикой биохимического состава плодов жимолости отмечалось опадение зрелых плодов, их подвяливание на растениях вследствие уменьшения содержания воды в плодах. Поскольку такие плоды не могут быть отнесены к категории «свежих плодов», у которых определяется химический состав, наблюдения были прекращены.

Данные объективного динамического контроля биохимических показателей плодов жимолости позволяют рекомендовать отбор проб для биохимического анализа и дегустации не ранее 10 суток с момента начала созревания плодов. Однако, к этому сроку существенно снижается содержание в плодах аскорбиновой кислоты (потери у различных сортов могут составлять от 10% до 20%). Очевидно, что потребление плодов такого качества для лечебно-профилактических целей существенно снижает их ценность, особенно с учетом высокой потребности организма человека в синергетных витаминах С и Р в период конца весны – начала лета, который обозначается экспертами как период «витаминого голода». Дополнительный дифференцированный анализ динамики содержания витаминов С и Р в плодах жимолости в период созревания у объектов настоящего исследования позволил определить возможность компромиссного решения этой проблемы (рис. 2-4) по каждой группе сортов.

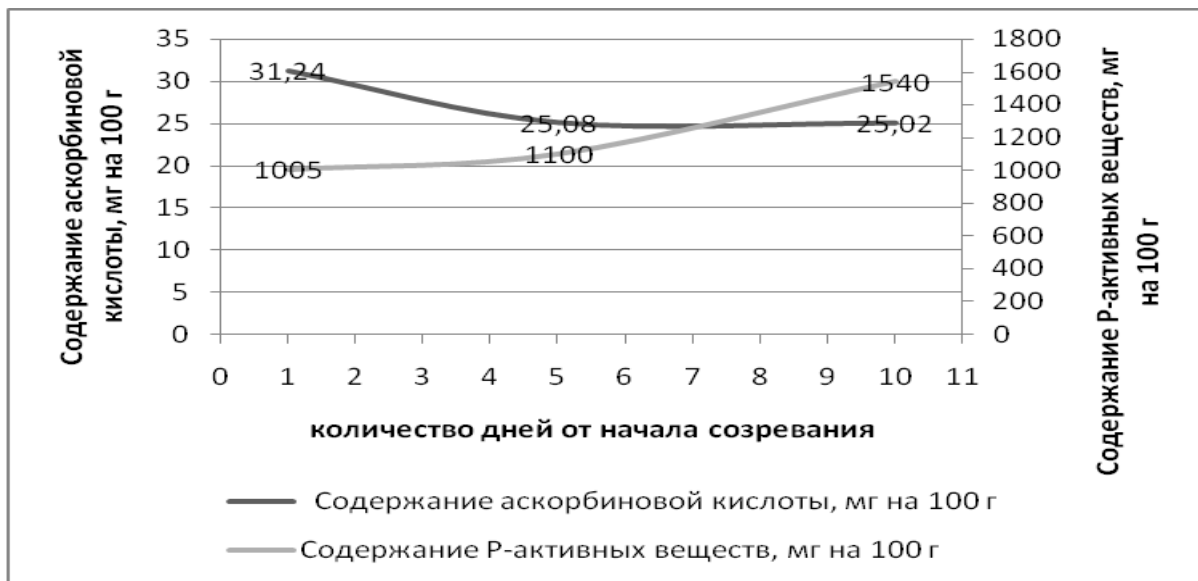


Рис. 2. Динамика витаминов С и Р в плодах сорта Бакчарская в процессе их созревания

Для сортов из группы жимолости Турчанинова, типичным представителем которых в данном исследовании выступает сорт Бакчарская, приемлемый компромисс с учетом вышеизложенного подхода в местных условиях не может быть достигнут, так как уже на 5 день после начала созревания уровень содержания аскорбиновой кислоты падает до минимального значения, в то время как соотношение сахаров и кислот, в основном определяющее органолептическую оценку зрелости плодов к этому сроку лишь начинает достигать у упомянутого сорта приемлемого значения.



Рис. 3. Динамика витаминов С и Р в плодах сорта Берель в процессе их созревания



Рис. 4. Динамика витаминов С и Р в плодах сортообразца 14-9 в процессе их созревания

Анализ диаграмм динамики аналогичных показателей у сортообразцов Берель и 14-9 (рис. 3, 4) позволяет определить в качестве оптимального компромисса для сортообразцов жимолости алтайской сбор плодов на 5-6 день, так как у большинства сортов этого происхождения (в том числе и гибридного сорта Берель) вкус плодов посредственный, и в последующие 5 дней существенно не улучшится, а содержание аскорбиновой кислоты достоверно снизится. Для сортообразцов жимолости съедобной, типичной моделью которых выступает элитный сеянец 14-9, сбор плодов на мы рекомендуем начинать на 7-8 день, когда достигается оптимальное динамическое соотношение аскорбиновой кислоты и Р-активных веществ.

Выводы

На основании данных многолетних исследований мы рекомендуем для объективной оценки наступления фазы полной зрелости плодов жимолости синей использовать предлагаемую методику динамической оценки биохимического состава плодов этой культуры. В соответствии с этой методикой в условиях, сходных с типичными почвенно-климатическими условиями Тамбовской области, следует начинать отбор проб для биохимического анализа и дегустации не ранее 10 суток с момента начала созревания плодов у сортов жимолости камчатской, алтайской, съедобной и Турчанинова любых сроков созревания. При сборе плодов для лечебно-профилактических целей допускается начинать его в зависимости от происхождения сорта на 5-7 день с момента начала созревания плодов.

Список литературы

1. Шапиро, Д.К. Биохимический состав съедобных плодов видов *Lonicera* (жимолости), интродуцированных в Белоруссию/ Д.К. Шапиро, Л.В. Анихимовская, Т.И. Нарижная // Раст. ресурсы. - 1981. - Т.17. - Вып.4. - С.565-568.
2. Гидзюк, И. К. Жимолость со съедобными плодами/ И. К. Гидзюк // Томск: Изд-во Томского университета, 1981. - 166 с.
3. Программа и методика селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур/ Орел: ВНИИСПК, 1995. - 502 с.
4. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур/ Орел: ВНИИСПК, 1999. - 608 с.



METHOD OF DETERMINING OF HONEYSUCKLE RIPENING BASED ON ANALYSIS OF CHANGES IN BIOCHEMICAL COMPOSITION

F.G. Belosohov¹
O.A. Belosohova²

¹FGOU VPO Michurinsk State Agrarian University, 393760, Russia, Michurinsk RF-Science City, Internatsionalnaya St., 101

e-mail: mgau@mich.ru

²FGOU VPO Michurinsk State Pedagogical Institute, 393760, Russia, Michurinsk RF-Science City, Sovetskaya St., 274.

e-mail: mgpi_lab@mich.ru

It is discussed the biochemical study of methods for determining timing of honeysuckle fruit ripening. It was established that the samples were taken for biochemical analysis and tasting should begin no earlier than 10 days after the beginning of fruit ripening. At gathering the fruits for health care purposes is allowed to start it, depending on the origin of species by 5-7 per day since the beginning of fruit ripening.

Key words: honeysuckle, the biochemical composition of fruits, vitamin C, vitamin P, glucose, organic acids, dry substances.



УДК 543.54:547.973

АНТОЦИАНЫ ПЛОДОВ ШЕСТИ ВИДОВ *AMELANCHIER SP.*

А.Н. Чулков
В.И. Дейнека
Л.А. Дейнека
А.В. Степанова

Белгородский государственный
национальный исследовательский
университет, 308015
г. Белгород, ул. Победы 85.

e-mail: deineka@bsu.edu.ru

В настоящей работе методом обращенно – фазовой ВЭЖХ со спектрофотометрическим и с масс-спектрометрическим (ESI/MS) детектированием изучен состав антоциановых комплексов 6 видов ирги выращенной в ботаническом саду БелГУ. Показано, что во всех исследованных образцах основными компонентами был цианидин-3-галактозид, в меньших количествах содержались цианидин-3-глюкозид и цианидин-3-арабинозид. Среди минорных компонентов, которые также являются производными цианидина, найден ацилированный 3-пентозид и еще одно производное неустановленного состава. Наибольшая концентрация антоцианов обнаружена в плодах ирги ольхолистной, канадской и обильноцветущей (0.250 – 0.275 г на 100 г свежих плодов), а самая наименьшая - в плодах ирги кроваво-красной (0.102 г на 100 г свежих плодов).

Ключевые слова: антоцианы, плоды, *Amelanchier sp.*, ВЭЖХ, масс спектрометрия.

Введение

В современном урбанизированном мире огромное внимание уделяется природным антиоксидантам, источником которых являются плоды съедобных садовых и лесных растений [1], - в настоящее время доступных практически круглый год (зимой – в замороженном состоянии) и не имеющих непредсказуемых последствий для организма человека. К числу важнейших природных антиоксидантов относят антоцианы – водорастворимые соединения класса флавоноидов [2]. Основным признаком присутствия большого количества антоцианов – темно-синяя (темно-красная) окраска плодов. Одним из таких растений, темноокрашенные плоды которого по литературным данным [3-6] содержат большое количество антоцианов являются плоды ирги.

Ирга, *Amelanchier*, – род растений подсемейства яблоневые (*Maloideae*) семейства розоцветные (*Rosaceae*), - к настоящему моменту насчитывается от 18 до 23 видов [7]. Она отличается скороплодностью, быстрым ростом, зимостойкостью, ежегодным плодоношением. Для культивирования существуют специально выведенные сорта с крупными ягодами до 15 мм и урожайностью до 15 кг ягод с куста.

По литературным данным антоциановый состав плодов ирги может быть достаточно разнообразным. Так в работе [6] методом бумажной хроматографии в гидролизате экстракта было обнаружено три агликона – пеларгонидин, цианидин и мальвидин. Этот набор, в лучшем случае, странный, если принимать во внимание традиционные схемы биосинтеза антоцианов. Среди гликозидов были выделены 7 индивидуальных соединений вне зависимости от вида ирги (*A. spicata* (Lam.) C. Koch., *A. alnifolia* Nutt., *A. oligocarpa* Roem., и *A. sanguinea* DC.). Среди них авторы определили пеларгонидина и цианидина 3,5-диглюкозиды, 3-глюкозиды этих же антоцианидинов и цианидин-3-галактозид; гликозидный состав производных мальвидина не был установлен. Использование ВЭЖХ с масс-спектрометрией (ESI/MS) и ¹H-ЯМР [8] позволили уточнить состав комплекса антоцианов - в антоциановом комплексе плодов четырех видов рода ирга (*A. alnifolia*, *A. arborea* and *A. canadensis*) был найден в качестве основного антоциана цианидин-3-галактозид (155, 390 и 165 мг на 100 г свежих плодов, соответственно). В плодах видов *A. alnifolia* and *A. canadensis* обнаружили заметное (54 и 48 мг/100 г) содержание цианидин-3-глюкозида. В работе [4] к этому

перечню добавили еще один компонент, определенный как цианидин-3-пентозид. Впрочем, в более ранней работе [9] предполагалось существование в комплексе цианидин-3-ксилозида в качестве минорного компонента. Хроматографическим методом, сопоставлением удерживания антоцианов различных комплексов было установлено, что основные антоцианы плодов *A. ovate* те же, что и в плодах других растений подсемейства яблоневые [10]: цианидин-3-галактозид, цианидин-3-глюкозид, цианидин-3-арабинозид и еще два не идентифицированных минорных антоциана.

В коллекции Ботанического сада БелГУ собраны и находятся в фазе плодоношения шесть видов рода *Amelanchier*: ирга колосистая – *A. spicata* (Lam.) C. Koch, ирга ольхолистная – *A. alnifolia* (Nutt.) Nutt ex M. Roem, ирга кроваво-красная – *A. sanguinea* (Pursh) DC, ирга гладкая – *A. laevis* Weigand, ирга канадская – *A. canadensis* (L.) Medik и ирга обильно цветущая – *A. florida* Lindl. Настоящая работа посвящена исследованию ценности плодов этих растений как источников антоцианов.

Экспериментальная часть

Плоды ирги были собраны в ботаническом саду БелГУ в конце июня 2011 года. Антоцианы из плодов экстрагировали 0.1 М водным раствором соляной кислоты. Содержание антоцианов в плодах определяли спектрофотометрически на приборе СФ-56 при длине волны 510 нм с пересчетом на цианидин-3-глюкозид с использованием литературного коэффициента экстинкции [11].

Для идентификации антоцианов ирги в работе использован метод высокоэффективной жидкостной хроматографии в обращенно-фазовом варианте с с диодно-матричным и масс-спектрометрическим детекторами (оборудование марки Agilent 1200 Infinity). В качестве подвижной фазы использовали смеси системы «ацетонитрил : муравьиная кислота : вода». Детектирование веществ проводили при длине волны 510 нм. Спектры индивидуальных компонентов записывали в ячейке диодно-матричного детектора в диапазоне длин волн 420-600 нм. Разделение компонентов проводили на хроматографической колонке Symmetry® C18 4.6×250 мм с термостатированием при 40°C. Скорость подвижной фазы составляла 1 мл/мин. Перед хроматографированием соляно кислые образцы антоциановых пигментов были очищены на концентрирующих патронах ДИАПАК заполненных C18 сорбентом.

Масс-спектры записывали на квадрупольном масс спектрометре Agilent 6130 LC/MS в режиме ESI (ионизация распылением в электрическом поле) с позитивным режимом сканирования в диапазоне масс 250-1200. Напряжение на фрагментаторе – 200 В. Ток на короне составлял 4 мкА. Давление газа-распылителя 2 бар, скорость газа осушителя 10 л/мин, температура газа осушителя 350°C, температура испарителя 250 °C.

Результаты и обсуждения

Антоциановый комплекс плодов всех исследованных видов ирги оказался практически одинаков в качественном отношении, с небольшими различиями в количественном соотношении между основными антоцианами. Типичная хроматограмма экстракта ирги представлена на рис.1.

По спектральным данным (вследствие практически полного совпадения в нормализованном виде) все пики №1 – №5 на рис.1. принадлежат 3-моноголикозидам цианидина, рис.2. Т.е. в исследованных образцах нет 3,5-диглюкозидов и нет производных ни пеларгонидина, ни других (кроме цианидина) антоцианидинов. Только при большой перегрузке колонки удается по характерному гипсохромному смещению максимума абсорбции обнаружить следы производных пеларгонидина (в диапазоне времен удерживания 7.7 ÷ 7.9 мин и 9.1 ÷ 9.2 мин).

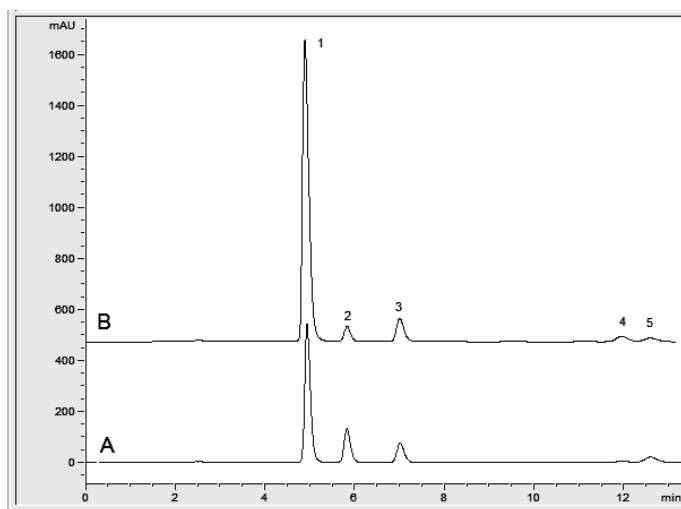


Рис.1. Хроматограммы исследуемых образцов ирги
А – ирга ольхолистная, В – ирга кроваво-красная

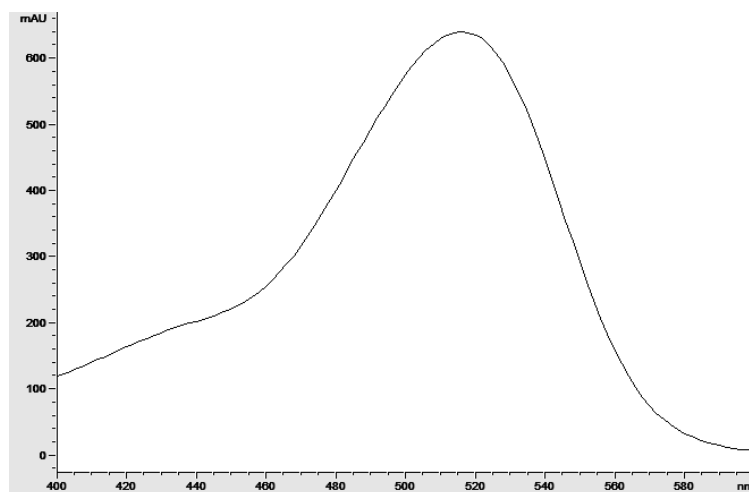


Рис. 2. Спектры компонентов антоцианов ирги

Используя совпадение удерживания антоцианов в нескольких составах подвижной фазы по методу относительного анализа удерживания [12] можно высказать предположение о составе антоцианов пиков №1-№3, рис.3.

Это – последовательно элюирующиеся цианидина-3-галактозид (Cy-3-Gala), цианидина-3-глюкозид (Cy-3-Glu) и цианидина-3-арабинозид (Cy-3-Ara) – три из пятнадцати компонентов антоцианового комплекса плодов черники [13]. Для двух оставшихся антоцианов (пики №4 и №5) тангенсы углов прямолинейных зависимостей относительного удерживания антоцианов (1.003 и 1.032, соответственно) соответствуют моногликозидам цианидина [14].

Для подтверждения состава антоцианов в работе был использован масс-спектрометрический метод с ионизацией распылением в электрическом поле (ESI/MS). Однако на спектрах, как правило, кроме пика основного молекулярного иона могут существовать и продукты фрагментации, поэтому использование этой характеристики в ряде случаев не может дать окончательный ответ на состав веществ, если учесть, что возможны многочисленные инверсии удерживания аналитов, а сле-

довательно, и совпадения времен удерживания нескольких компонентов. Но по существованию на всех спектрах, рис.4, иона с отношением $M/z = 287$ можно подтвердить цианидиновую основу всех основных антоцианов комплекса. Для пиков №1 и №2 получены одинаковые спектры, что подтверждает их цианидин-гексозидную природу ($M/z = 449$). Для пика №3 $M/z = 419$ подтверждает его принадлежность к цианидин-3-арабинозиду.

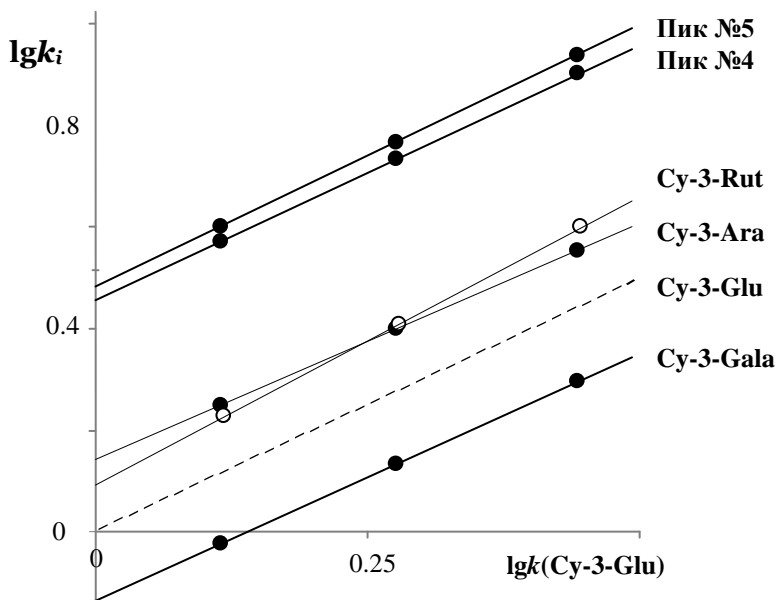


Рис. 3. Карта хроматографического разделения антоцианов ирги относительно цианидин-3-глюкозида

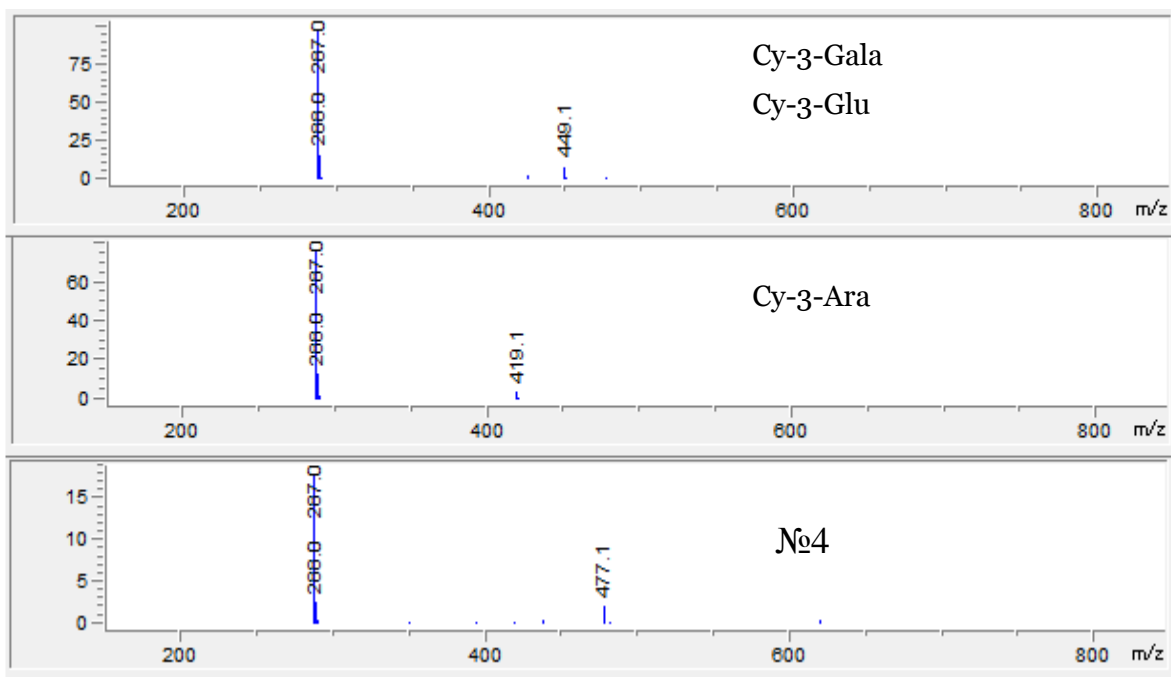


Рис. 4. Масс-спектры антоцианов в режиме ESI/MS

Относительно антоцианов, соответствующих пикам №4 и №5, можно отметить то, что они действительно являются производными цианидина. Это следовало из ана-



лиза спектров в видимой области электромагнитного излучения и подтверждается тем, что основным ионом для них является ион незамещенного цианидина с $M/z = 287$. Но в случае пика №4 обнаруживается сигнал с отношением M/z , равным 477, что соответствует ацилированному уксусной кислотой пентозиду цианидина. В то время как для пика №5 достоверно обнаружить фрагменты размером больше неацилированного цианидина не удается.

Как отмечалось выше, биологическая активность и польза для организма многих плодов связана не только с такими нутриентами, как углеводы, белки, витамины, микроэлементы и пр., но и с антиоксидантной активностью накапливаемых в них соединений. Из них на особом счету находятся антоцианы, как высоко активные водорастворимые антиоксиданты, поэтому концентрация этих веществ принципиально важна для составления сбалансированной диеты в современном обществе. В этом отношении весьма темные плоды ирги представляют несомненный интерес. По литературным данным концентрация антоцианов в плодах различных видов ирги не одинакова. В работе [3] при исследовании плодов 16 сортов *A. alnifolia* Nutt. (очень популярного в Канаде растения) в сезонах 1998–2000 годов было установлено, что уровень накопления антоцианов варьировал от 414 мкг на 1 г для сорта «Forestburg» до 852 мкг на 1 г для сорта «Nelson». Это ставит плоды ирги в ряд наиболее богатых антоцианами плодов. Перед определением антоцианов плоды хранили в замороженном при -40°C состоянии в пластиковых контейнерах и сведения о степени вымораживания воды из плодов при этом, к сожалению, не приводятся. Для экстракции плоды (20 г) гомогенизировали в блендере с метанольным раствором (0.1%) HCl (50 мл), оставляли смесь на ночь, фильтровали через фильтровальную бумагу и остаток экстрагировали 200 мл того же экстрагента.

Заметно более скромные, но согласующиеся с ранее опубликованными данными, получены в другой работе канадских исследователей [4]. Они установили, что накопление антоцианов увеличивается по мере созревания (контролируемого по интенсивности окраски) и растет от 26.7 (для вишневой окраски плодов) до 136.8 мг на 100 г для плодов *A. alnifolia* Nutt. сорта «Smoky», причем в пересчете на сухую массу. К сожалению, в работе не приводятся экспериментальные условия, а дается ссылка на другую статью, в которой плоды не хранят в замороженном состоянии и для экстракции используют сложную смесь, содержащую ацетон, который по нашим данным разрушает антоцианы.

Довольно умеренные результаты по накоплению антоцианов в плодах двух сортов *A. alnifolia* приводят и чилийские исследователи [15], но удивительно то, что в экспериментальной части говорится о том, что расчет приводится в мг на 100 г свежих плодов, а в реферате и в таблицах накопление антоцианов приводят 100 г плодов заменяется одним литром (?): 196.7 мг (для сорта «Honeywood») и 213.6 мг (для сорта «Martin»).

В исследованиях, выполненных в России (Рязанская область) [5], в плодах ирги обыкновенной *Amelanchier ovalis* Medik, найдено от 4 до 5 % антоцианов в пересчете на сухой остаток. Результаты спектрофотометрического определения суммы антоцианов (в пересчете на цианидин-3-глюкозид) в плодах шести видов ирги, выращенный в 2011 году, представлены в таблице.

Таблица

Сумма антоцианов в плодах ирги

Вид ирги	Содержание, г/100 г свежих плодов
<i>A. spicata</i> (Lam.) C. Koch (№1)	0.199
<i>A. spicata</i> (Lam.) C. Koch (№2)	0.129
<i>A. alnifolia</i> (Nutt.) Nutt. Ex M.Roem (№1)	0.276
<i>A. alnifolia</i> (Nutt.) Nutt. Ex M.Roem (№2)	0.273
<i>A. sanguinea</i> (Pursh) DC	0.102
<i>A. laevis</i> Weigand	0.126
<i>A. canadensis</i> (L.) Medik	0.255
<i>A. floribunda</i> Lindl	0.249



Как следует из представленных данных, наибольшая концентрация антоцианов обнаружена в плодах ирги ольхолистной, канадской и обильноцветущей (0.250 – 0.275 г на 100 свежих плодов), а самый маленький уровень накопления этих антиоксидантов найден в плодах ирги кроваво-красной (0.102 г на 100 г свежих плодов). При массовой доле сухих веществ порядка 20%, максимальное содержание антоцианов окажется немногим выше 1 % от сухого остатка.

Заключение

Плоды ирги могут рассматриваться как ценный функциональный продукт, богатый природными антиоксидантами – антоцианами. Их накопление в плодах ирги некоторых видов (*A. alnifolia* (Nutt.) Nutt. Ex M.Roem, *A. canadensis* (L.) Medik и *A. floribunda* Lindl) сопоставимо с уровнем этого параметра в плодах черной смородины, хотя в черной смородине антоцианы сконцентрированы только в кожуре, а в плодах ирги они равномерно распределены по всему объему.

Список литературы

1. Handbook of Antioxidants. Ed. Enrique Cadenas, Lester Packer. LLC Marcel Dekker, Taylor & Francis Group, New York, Basel, 2002. – 602 p.
2. Flavonoids Chemistry, Biochemistry and Applications Ed. Øyvind M. Andersen, Kenneth R. Markham, CRC Press, Taylor and Francis Group. 2006 – 1212 p.
3. Zatylny A.M., Ziehl W.D., St-Pierre R.G. Physicochemical properties of fruit of 16 saskatoon (*Amelanchier alnifolia* Nutt.) cultivars // Can. J. Plant Sci. – 2005. – V.85. – P. 933–938.
4. Ozga J.A., Saeed A., Reinecke D.M. Anthocyanins and nutrient components of Saskatoon fruits (*Amelanchier alnifolia* Nutt.) // Can. J. Plant Sci. – 2006. – V.86. – P. 193–197.
5. Макарова В.Г., Лаксаева Е.А., Мартынов Е.Г. Влияние микроэлементов на накопление некоторых БАВ в плодах ирги обыкновенной // Росс. Мед.-биол. Вестник. – 2006. - №3. – С. 29-35.
6. Вересковский В.В., Шапиро Д.К., Нарижная Т.И. Антоцианы плодов различных видов рода *Amelanchier* Medic. // Химия Прир. Соедин. – 1982. - №4. – С. 522-523.
7. Куклина А.Г. Натурализация североамериканских видов ирги (*Amelanchier* Medik.) во вторичном ареале // Росс. Ж. Биол. Инвазий. – 2011. - №1. – С. 52-59.
8. Adhikari D.P., Francis J.A., Schutzki R.E., Chandra A., Nair M.G. Quantification and characterisation of cyclo-oxygenase and lipid peroxidation inhibitory anthocyanins in fruits of *Amelanchier* // Phytochem. Anal. – 2005. – V.16. – P. 175–180.
9. Mazza G. Anthocyanins and other phenolics of saskatoon berries *Amelanchier alnifolia* Nutt. // J. Food Sci. – 1986. – V.51. – P. 1260-1264.
10. Дейнека В.И., Григорьев А.М., Дейнека Л.А., Ермаков А.М., Сиротин А.А., Староверов В.М. Анализ компонентного состава антоцианов плодов и жирных кислот масел семян некоторых видов семейства *Rosaceae* методом высокоэффективной жидкостной хроматографии // Растительные ресурсы. - 2005. - Вып.1. - С. 91-98.
11. Giusti M.M, Ronald E. Wrolstad R.E. Characterization and Measurement of Anthocyanins by UV-Visible Spectroscopy // Current Protocols in Food Analytical Chemistry (2001) F1.2.1-F1.2.13.
12. Дейнека В.И. Карта хроматографического разделения и инкрементные зависимости в методе относительного анализа удерживания в ВЭЖХ //Ж. физ. химии. - 2006. - Т.80, №3. - С. 511-516.
13. Дейнека В.И., Григорьев А.М., Дейнека Л.А., Шапошник Е.И., Староверов В.М. Исследование антоцианов черники в плодах и препаратах на ее основе. // Зав. лаб. - 2006. - №3. - С. 16-20.
14. Дейнека В.И., Григорьев А.М. Относительный анализ удерживания гликозидов цианидина // Ж. физ. химии. - 2004. - Т.78, №5. - С.923-926.
15. Guerrero J.C., Ciampi L.P., Castilla A.C., Medel F.S., Schalchli H.S., Hormazabal E.H., Bensch E.T., Alberdi M.L. Antioxidant capacity, anthocyanins, and total phenols of wild and cultivated berries in Chile // Chilean J. Agric. Res. – 2010. – V.70. – P. 537-544.



ANTHOCYANINS OF SIX SPECIES AMELANCHIER FRUITS

A.N. Chulkov
V.I. Deineka
L.A. Deineka
A.V. Stepanova

*Belgorod National Research
University, 308015 Belgorod,
Pobeda str. 85*

e-mail: deineka@bsu.edu.ru

In the paper the composition of six species of Amelanchier fruit harvested in BSU Botanical Garden anthocyanin complex has been investigated by means of HPLC with diode-array and ESI/MS detectors. The main component of the complexes was cyanindine-3-galactoside, while the concentration of cyanidine 3-glucoside as well as that of cyanidine-3-arabinoside was somewhat lower. Two other cyanidine derivatives were detected also one of them being acylated with acetic acid 3-pentoside. The highest anthocyanin accumulation was found for fruits of *A. alnifolia*, *A. canadensis* and *A. floribunda* (0.250 – 0.275 g per 100 g of fresh fruits), a lowest of was found in fruits of *A. sanguinea* (0.102 g/100 g).

Key words: anthocyanins, fruits, *Amelanchier* sp., HPLC, ESI/MS

ВЛИЯНИЕ ГЛИН НА МИКРОФЛОРУ РОТОВОЙ ПОЛОСТИ

М.Ю. Игишева
Л.А. Дейнека
А.А. Копытов
В.А. Борозенцева

*Белгородский государственный
национальный исследовательский
университет*

e-mail: deyneka@bsu.edu.ru

В работе проводится исследование влияния глин на подавление микрофлоры, полученной из корневых каналов и места пульпита в ротовой полости. Количественный учет плотности популяций различных экологических групп производится путем подсчета колониеобразующих единиц (КОЕ) на 1 см² поверхности чашки Петри. Обработка глинами колоний микроорганизмов отобранных из ротовой полости приводит в среднем к уменьшению на 40 % колоний микрофлоры.

Ключевые слова: глина, микрофлора полости рта, корневой канал, пульпит, микроскопия.

«Глина способна поглощать все виды внутренних ядов, выводить все патогенные микробы», — писал известный немецкий ученый С. Кнейп. Знаменитые врачи С. Боткин и А. Покровский применяли глину в официальной медицине. Широко внедрено глинолечение в клиниках Германии, Швейцарии, Англии, Италии, Болгарии и других стран. До 40-х годов двадцатого века белая глина в стоматологии использовалась в качестве пломбирочных материалов и их наполнителей. Известно, что лучшие средства ухода за зубами в США содержат до 70% белой глины. Компания Ипсен на протяжении 40 лет разрабатывает лекарственные средства, имеющих в своем составе медицинские глины (смектиты) Эти глины обладают ярко выраженным бактерицидным действием, являясь натуральным антисептиком, уничтожают патогенные микроорганизмы и их токсины, стимулируют регенеративные процессы, активно способствуют заживлению тканей, обладают локальным кровоостанавливающим действием. Важнейшая роль при этом отводится поглощающей способности глин, которая напрямую зависит от удельной поверхности[1].

Проблема эндодонтического лечения периодонтитов сохраняет свою актуальность на протяжении длительного периода времени в связи с высокой распространённостью поражений периодонта. Предметом многочисленных исследований явились неудовлетворительные результаты эндодонтического лечения, и этим был обусловлен поиск новых методов и материалов для достижения положительного исхода при лечении заболеваний периодонта. Однако среди большого числа антимикробных средств, применяемых в стоматологии, пока нет антисептика, который сочетал бы высокую бактерицидную силу с безвредностью для периапикальных тканей. Это определяет актуальность этой работы. Таким образом, перед нами стоит достаточно сложная задача — путём активного воздействия на локальные патологические очаги устранить действие патогенных микроорганизмов и добиться усиления регенерационных процессов в корневом канале[2].

Материалы и методы исследования.

В работе использовались глины ООО «Фитокосметик» Россия, Москва.

В чашках Петри готовили 1% питательный агар-агар, охлаждали и производили посев микрофлоры, отобранной из корневого канала в стоматологическом центре НИУ БелГУ.

Чашки Петри оставляли на 24 часа при комнатной температуре, после появления колоний микроорганизмов чашки Петри переносили в холодильник (темпера-



тура 10°С) на 3 дня. Микроскопические исследования проводили с использованием микроскопа Ломо Микмед-1, разрешающая способность 10х0,20 и 40х0,65 (количественный учет плотности популяций различных экологических групп производится путем подсчета колониеобразующих единиц (КОЕ) на 1 см.² поверхности), для идентификации использовали атлас по медицинской микробиологии, вирусологии и иммунологии, атлас по микробиологии.

После микроскопического исследования, чашку Петри делили пополам специальной перегородкой, одну половину обрабатывали глиной. Через 3 дня вновь проводили микроскопические исследования.

Результаты исследования и их обсуждение

Микрофлора отбиралась из корневого канала и места пульпита в ротовой полости стерильными пинами - абсорберами у пациентов с признаками явного поражения зубных каналов. Микрофлора была перенесена в чашки Петри с помощью микропинцета.

Ранее было установлено влияние глин на подавление общей микрофлоры ротовой полости. Те же самые глины были использованы для подавления микрофлоры, отобранной из корневого канала и места пульпита. Данные представлены в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Количественная характеристика микрофлоры зубного канала пациентов (КОЕ/мл)

№	Микроорганизмы	Высев микрофлоры без глины	Высев микрофлоры с глиной
1	<i>Streptococcus intermedius</i>	6,0±0,2	2,2±0,1
2	<i>Streptococcus sanguis</i>	3,9±0,1	1,5±0,1
3	<i>Streptococcus milleri</i>	5,5±0,2	2,0±0,1
4	<i>Streptococcus mitis</i>	5,0±0,2	2,0±0,1
5	<i>Streptococcus salivarius</i>	3,1±0,1	1,1±0,1
6	<i>Actinomyces naeslundii</i>	5,5±0,2	2,0±0,1
7	<i>Fusobacterium nucleatum</i>	4,9±0,2	2,0±0,1
8	<i>Staphylococcus spp</i>	5,0±0,2	2,3±0,1
9	<i>Staphylococcus aureus</i>	3,9±0,1	1,1±0,1
10	<i>Candida albicans</i>	3,2±0,1	1,7±0,1

Таблица 2

Количественная характеристика микрофлоры пульпита пациентов (КОЕ/мл)

№	Микроорганизмы	Высев микрофлоры без глины	Высев микрофлоры с глиной
1	<i>Streptococcus intermedius</i>	5,9±0,2	2,0±0,2
2	<i>Streptococcus sanguis</i>	10,2±0,2	4,1±0,2
3	<i>Streptococcus milleri</i>	7,3±0,2	4,2±0,2
4	<i>Streptococcus mitis</i>	5,7±0,2	2,2±0,2
5	<i>Streptococcus salivarius</i>	6,7±0,2	3,3±0,2
6	<i>Staphylococcus aureus</i>	3,0±0,20	1,0±0,2
7	<i>Candida albicans</i>	3,9±0,25	1,0±0,2

Проведенный эксперимент, показал, что обработка колоний микроорганизмов корневого канала и места пульпита зуба в чашках Петри приводит в среднем к уменьшению на 40 % колоний микрофлоры. Поэтому представляется перспективным использование этого природного наноматериала для поддержания гигиены полости рта и создания новых препаратов для лечения стоматологических заболеваний на их основе.



Литература

1. Воложин А. И., Дьякова С. В., Топольский О. З. и др. Клиническая апробация препаратов на основе гидроксиапатита в стоматологии // Новое в стоматологии. — 1999, №3. С. 29 — 31.
2. Гаража Н. Н., Гречишников В. И., Волков Е. А. Эндодонтическое лечение периодонтит иммобилизованными препаратами с сорбционным действием. Кремнеземы в медицине и биологии: Тр. Института химии поверхности АН Украины. — Киев, 1993. С. 244 — 248.

CLAY INFLUENCE UPON ORAL CAVITY MICROFLORA

M.Yu. Igisheva

L.A. Deineka

A.A. Kopytov

V.A. Borozentzeva

*Belgorod State National
Research University*

e-mail: deyneka@bsu.edu.ru

The suppression of dental root channel and pulpitis microflora by clay has been investigated. Quantification of different microflora colonies has been performed by count of colony forming units (CFU) per 1 cm² of Petry dish surface. Clay treatment of the colonies results in 40% decrease of the CFU.

Key words: clay, dental microflora, dental root channel, pulpitis, microscopy.



УДК 543.544:637.414

КАРОТИНОИДЫ ЖЕЛТКОВ ЯИЦ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПТИЦЫ

С.М. Вострикова
М.Ю. Третьяков
В.И. Дейнека
Л.А. Дейнека
А.А. Шапошников

Белгородский государственный
национальный исследовательский
университет

e-mail: deineka@bsu.edu.ru

В работе методом нормально-фазовой ВЭЖХ и спектрофотометрическим методом исследован каротиноидный комплекс желтков яиц некоторых птиц (*Gallus gallus*, *Pavo cristatus*, *Phasianus colchicus*, *Meleagris gallopavo*, *Coturnix coturnix*, *Anser anser*, *Cairina moschata*, *Columba livia* и *Numida meleagris*). Установлено, что во всех исследованных образцах накапливаются в основном лютеин и зеаксантин – важнейшие липофильные антиоксиданты, необходимые для нормального развития зародыша и птенцов. В случае желтка яиц гусей обнаружена большая доля продукта окисления лютеина – 3-гидрокси- β , ϵ -каротин-3'-она.

Ключевые слова: ВЭЖХ, каротиноиды, анализ, желток яиц, сельскохозяйственная птица.

Введение

Желток куриных яиц привлекает особое внимание тем, что в нем накапливаются два важнейшие для предотвращения возрастной макулярной дистрофии ксантофилла – лютеин и зеаксантин, причем желток, как матрица, является эффективным носителем этих ксантофиллов с высокой биодоступностью для человека [1]. Каротиноиды не синтезируются в организме животных, поэтому естественным следствием стала идея одного из вариантов пищевого дизайна в птицеводстве – введение специализированных кормовых добавок для получения продукции, обогащенной лютеином и зеаксантином [2]. Однако эта идея не всегда рассматривается как принципиально важная. Дело в том, что к показателям, характеризующим биологическую полноценность продукции и подлежащим контролю, в России относят содержание в желтке витаминов А, В₂ и каротиноидов; их недостаток приводит к ухудшению инкубационных качеств яиц, снижению выводимости молодняка и увеличению его отхода [3]. При этом уровень каротиноидов ни в кормах [4], ни в яйцах (пищевых) [5] не регламентируется.

В некоторой отечественной рекламной информации можно найти довольно странные утверждения о роли и значении ксантофиллов для самой птицы. Так, на сайте компании РОСКАРФАРМ в одной из публикаций [6] отмечается, что «...чем менее активен каротиноид, тем в больших количествах он депонируется в жировых тканях или желтке яйца. Если птицефабрика, например, сориентирована на производство яиц, то ей необходимо помимо бета-каротина, обеспечивающего увеличение яйценоскости, вводить в рацион источники лютеина, который, не обладая биологической активностью, а значит, не расходуясь на поддержание жизненноважных функций, полностью депонируется в желтке, окрашивая его в интенсивный оранжевый цвет...». В то же самое время на сайте другой компании, «Кемин»-Украина [7] приводится информация о ОРО ГЛО - препарате, предназначенном для увеличения уровня накопления ксантофиллов в желтке яиц, кроме традиционного заблуждения об источнике ксантофилла – они накапливаются в лепестках цветков бархатцев, а не календулы [8], – утверждается, что «... Восполнение недостатка каротиноидов с помощью ОРО ГЛО способствует повышению биологической полноценности инкубационных яиц. Контроль инкубационных качеств яиц кур, получавших ОРО ГЛО, показывает, что выводимость и жизнеспособность молодняка достоверно выше, чем у не получавших препарата».

Не подвергая сомнению значимость β -каротина для птицеводства, а также понимая, что на самом деле биологической активностью могут обладать любые кароти-

ноиды (в том числе лютеин и зеаксантин) благодаря их антиоксидантным свойствам, трудно согласиться с утверждением об усилении накопления ксантофиллов в жировых тканях и в желтке при снижении их активности – удаление наименее ценного вещества путем его отложения в желток представляется абсурдной идеей. Для избавления от ненужных веществ у живого организма существуют более эффективные и поддающиеся пониманию механизмы.

И все-таки, найти в научной литературе информацию о назначении ксантофиллов в желтке яиц птиц весьма не просто. В недавнем обзоре [9] отмечается, что ксантофиллы накапливаются первоначально в печени кур-несушек, затем депонируются в растущих фолликулах и в семенном материале у петухов, выполняя защитную функцию, связанную с антиоксидантными свойствами этих соединений. При этом лютеин, встраиваясь в фосфолипидную мембрану клеток, выполняет функцию защитного экрана, предотвращающего УФ-иницированное окислительное повреждение биомембраны, тем самым защищая зародыш, развивающийся исключительно в желтке. Это мнение согласуется с выводами другой работы [10], в которой отмечено, что использование добавок содержащих лютеин повышает жизнеспособность птенцов на 2-6%.

Вряд ли следует ожидать прямых корреляций между липофильностью (или гидрофильностью) каротиноидов и их уровнем накопления в желтке вследствие сложного пути каротиноидов от стенок кишечника кур-несушек до желтка. Так, например, исследуя влияние полярности каротиноидов на их накопление в желтке яиц, было установлено, что наименее полярный β -каротин усваивается лишь на 1%, и этот показатель растет при увеличении полярности при переходе от β -каротина к зеаксантину (7%) и этиловому эфиру β -апо-8-каротиновой кислоты (34%). При этом апоэфир абсорбируется в кровь в 9-11 раз (а кантоксантин – в 3-5 раз) сильнее по сравнению с β -каротином, то есть наблюдается прямая зависимость между этим параметром и гидрофильностью каротиноидов. Но, для переноса каротиноидов в кожу получена обратная зависимость. То, что полярность каротиноида не является свойством, определяющим его накопление в желтке подтверждается, например, в случае камышницы (*Gallinula chloropus*), американской лысухи (*Fulica Americana*) и клуши (*Larus fuscus*), в желтке яиц которых при высоком суммарном уровне накопления каротиноидов (47.5, 131.0 и 71.6 мкг на 1 г, соответственно) необычайно большая доля суммы каротиноидов приходится на β -каротин (25-29%, [11]). В работе [12] был установлен высокий уровень накопления не только самых гидрофильных лютеина и зеаксантина, но и кантоксантина и этилового эфира β -апо-8-каротиновой кислоты (при сопоставимом с предыдущими ксантофиллами уровнем накопления в желтке куриных яиц), хотя полярность последних заметно ниже, чем лютеина и его изомера – зеаксантина. Впрочем, соотношение между перечисленными каротиноидами (а также цитраноксантином и β -криптоксантином) было различным для яиц различных производителей США; следовательно, каротиноидный состав зависит и от каротиноидного состава пищи. При этом известны работы, в которых было показано включение в желток капсантина и капсорубина из экстракта красного перца [13], но было показано, что виолаксантин (более полярный по сравнению с зеаксантином) в желтке не накапливается вовсе [14].

Целью настоящей работы было провести качественную и количественную оценку каротиноидного комплекса желтка яиц доступных для нас сельскохозяйственных птиц.

Материалы и методы исследования

Для обобщенного количественного определения каротиноидов использовали спектрофотометрический метод, а для качественного анализа – метод высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ).



При определении каротиноидов желток отделяли от белка и тщательно гомогенизировали. Навеску $0.50-1.00 \pm 0.250$ г заливали 10 мл растворителя – ацетона и выдерживали несколько минут при постоянном перемешивании. Полученную смесь фильтровали через фильтр Шотта.

Полученный фильтрат фотометрировали относительно растворителя в кварцевых кюветах ($l = 1$ см) при $\lambda_{\max} = 440 - 445$ нм (спектрофотометр КФК-3-01). Суммарное содержание каротиноидов (в пересчете на лютеин) определяли, используя $E_{1\text{см}}^{1\%} = 2550$ по формуле:

$$\alpha^* = \frac{A_{\max}}{E_{1\text{см}}^{1\%}} \cdot \frac{V \cdot P \cdot 1000}{100 \cdot m \cdot l}, \text{ мг/г}$$

где: A_{\max} – оптическая плотность раствора в максимуме абсорбции,

$E_{1\text{см}}^{1\%}$ – коэффициент экстинкции,

V – объём экстракта, мл,

P – степень разбавления экстракта перед спектрофотометрированием,

m – масса навески, г,

l – длина оптического пути, см.

В работе использовали две хроматографические системы:

1) составленную из насоса Beckman 110В, крана дозатора Rheodyne 7215 с петлей объемом 20 мкл, и детекторов: спектрофотометрического детектора LC/9563 с изменяемой длиной волны (для определения каротиноидов). Для регистрации и обработки хроматограмм использовали ПО Мультихром 1.5).

2) систему Agilent 1200 Infinity с диодно-матричным детектором; хроматограммы обрабатывали в среде ChemStation 32.

Результаты исследования и обсуждение

Лютеин и зеаксантин, как изомеры с небольшим структурным изменением – перемещением двойной С=С-связи по одному из конечных кольцевых фрагментов внутрь кольца вследствие потери неполного из-за стерических причин сопряжения с линейной полиеновой центральной частью имеют спектры с несколько различающимися положениями максимумов абсорбции: при переходе от зеаксантина к лютеину наблюдается гипсохромный сдвиг на ~5 нм. Однако этого смещения недостаточно для отдельного определения этих ксантофиллов в их смеси, какой и является каротиноидный комплекс желтка куриных яиц [12]. Поэтому спектр экстракта может быть использован для обобщенного метода определения содержания ксантофиллов на предположительно доминирующий компонент [15, 16]. Неудивительно, что спектры ацетоновых экстрактов желтка яиц ряда птиц с характеристической для каротиноидов области оказались практически неразличимыми, рис.1.

Разумеется, мало информативным в этом отношении являются результаты определения каротиноидов по шкале Рош [17]. В таком случае необходимо использование высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ). Именно этот метод даже при небольшом изменении строения веществ (при переходе от лютеина к зеаксантину) позволят разделить эти вещества при их совместном присутствии. При этом возможно использованием двух ортогональных методов – обращенно-фазового и нормально-фазового вариантов. Выбор в пользу второго обусловлен тем, что оба ксантофилла являются наиболее полярными соединениями в обычных каротиноидных комплексах, поэтому желателен использовать метод, при котором они элюируются последними. Метод удобен и быстр, поскольку для определения каротиноидов в желтке необходимо лишь экстрагировать каротиноиды из желтка ацетоном, разбавить экстракт *n*-гексаном и сразу ввести пробу в хроматографическую систему (после фильтрования через насадку на шприц с порами 0.45 мкм). Сопутствующие экстрактивные вещества, которых количественно очень много – триглицериды и холестерин липидной матрицы, - не мешают определению, как не поглощающие излучение при

рабочей длине волны детектора и элюирующиеся намного быстрее лютеина и зеаксантина.

Хроматограммы некоторых экстрактов представлены на рис.2 и рис.3.

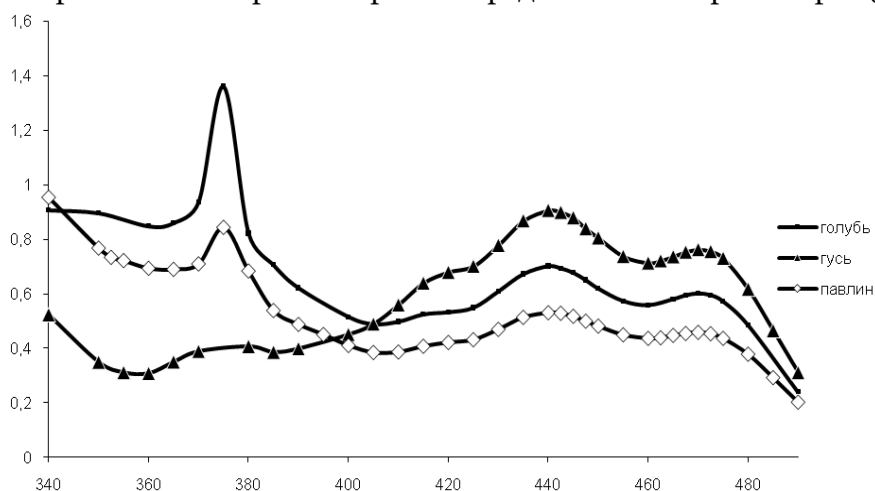


Рис. 1. Спектры ацетоновых экстрактов желтков яиц некоторых птиц

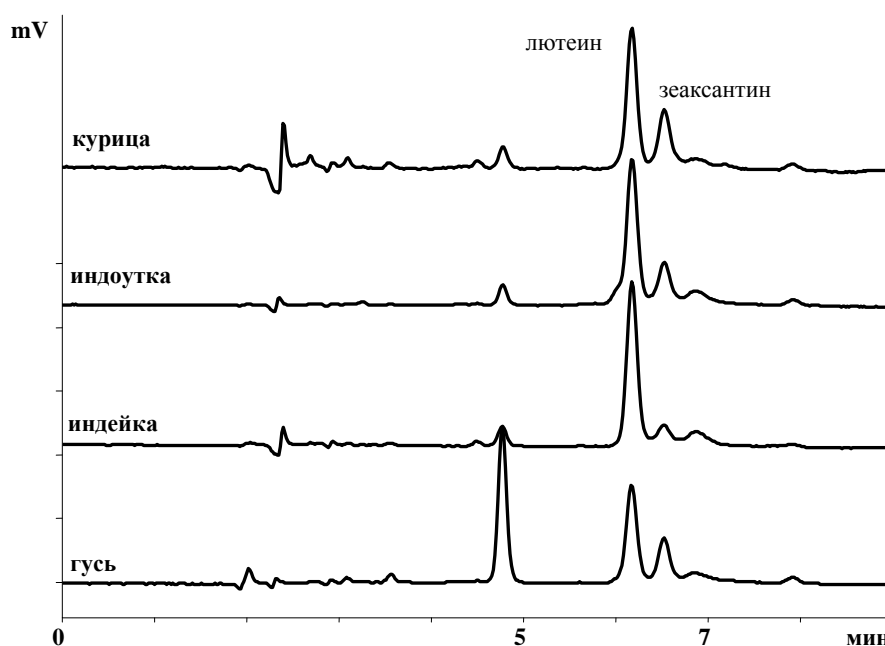


Рис. 2. Ксантофиллы желтков яиц некоторых птиц, имеющих хозяйственное значение. Колонка 250×4.6 мм Силасорб 600 (5 мкм); подвижная фаза: 30 об.% ацетона в *n*-гексане; детектор: 445 нм.

Как видно на рис.2 все исследованные каротиноидные комплексы желтков оказываются качественно одинаковыми. Для отнесения пиков к лютеину и к зеаксантину мы использовали простой подход. Следует помнить, что использование стандартных веществ авторитетных производителей не всегда позволяет решить проблемы идентификации, поскольку кроме труднодоступности все стандарты каротиноидов имеют ограниченный срок годности, в то время как в ряде случаев существуют легкодоступные и достаточно стандартные образцы природного происхождения, в которых сохранность каротиноидов может быть несопоставимо более высокой. Наши многолетние исследования показали, что желток куриных яиц, которые могут быть приобретены на рынке г. Белгорода, практически всегда содержит только два ксан-

тофилла (лютеин и зеаксантин) в качестве основных компонентов. Способность иных каротиноидов накапливаться в желтке нами отмечена не была, что связано с тем, что местные производители практически не используют кормовые добавки. За 7 лет исследований лишь дважды была приобретена продукция с явными следами использования при кормлении птиц соответствующих кормовых добавок, но такой желток легко определяется по специфичной красноватой, нехарактерной для обычного желтка, окраске. Наконец, решающим критерием при идентификации могут служить спектры, записанные в ячейке диодно-матричного детектора, рис.3.

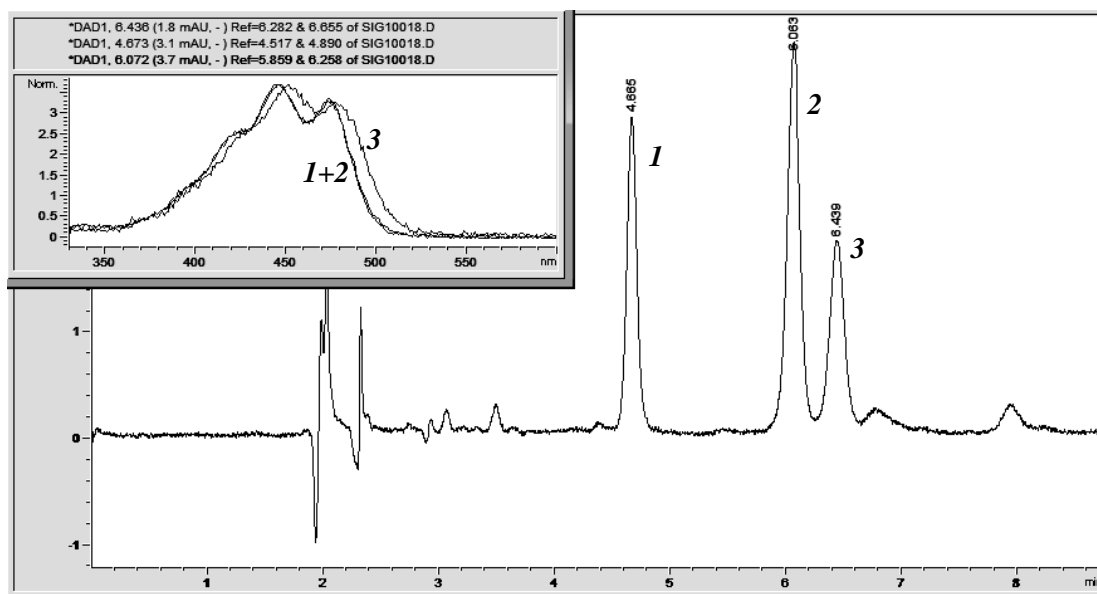


Рис. 3. Ксантофиллы желтков яиц гуся со спектрами

Полученные в работе результаты представлены в таблице.

Таблица

Ксантофиллы желтков яиц некоторых представителей класса Aves

Семейство	Подсемейство	Род	Вид	Lu/Ze*	Σ^{**} , мг/г
Фазановые, <i>Phasianidae</i>	Фазановые, <i>Phasianinae</i>	Курица, <i>Gallus</i>	К. домашняя, <i>G. gallus</i>	1.6:1	0.012
		Павлин, <i>Pavo</i>	П. обыкновенный, <i>P. cristatus</i>	2:1	0.025
		Фазан, <i>Phasianus</i>	Ф. обыкновенный, <i>P. colchicus</i>	5.5:1	0.005
	Индеекковые, <i>Meleagridinae</i>	Индеекка, <i>Meleagris</i>	И. обыкновенная, <i>M. gallopavo</i>	5.8:1	0.024
	Куропатковые, <i>Perdicinae</i>	Перепел, <i>Coturnix</i>	Перепел, <i>C. coturnix</i>	1.7:1	0.011
Утиные, <i>Anatidae</i>	Гусиные, <i>Anserinae</i>	Гусь, <i>Anser</i>	Г. серый и белый, <i>A. anser</i> и <i>A. caerulescens</i>	2:1	0.047
	Настоящие утки, <i>Anatinae</i>	Утка, <i>Cairina</i>	Индоутка, <i>C. moschata</i>	3:1	
		<i>Anas</i>	У. обыкновенная, <i>A. platyrhynchos</i>	3.5:1	
Голубиные, <i>Columbidae</i>	Настоящие голуби, <i>Columbinae</i>	Голубь, <i>Columba</i>	Г. сизый, <i>C. livia</i>	3.7:1	0.022
Цесарковые, <i>Numididae</i>	—	Цесарка, <i>Numida</i>	Ц. обыкновенная, <i>N. meleagris</i>	6.1:1	0.013

Lu/Ze* – соотношение содержания лютеина и зеаксантина, Σ^{**} – обобщенное содержание каротиноидов в пересчете на лютеин.

Во всех исследованных образцах желтков на сумму лютеина и зеаксантина приходилось (кроме гусей) более 70% суммы каротиноидов, и хотя соотношения между уровнем накопления этих каротиноидов различаются, очевидно, что они необходимы для развития потомства, хотя их точное назначение в развитии птенцов еще предстоит выяснить.

Единственная особенность каротиноидного комплекса обнаружена в случае желтка яиц гусей, рис.3. На хроматограммах для этих птиц значительным оказываются не только пики лютеина и зеаксантина, но и пик еще одного соединения, присутствующего в желтке яиц других птиц в небольшом количестве. Спектр этого пика не отличается от спектра лютеина, поэтому все изменения должны происходить в структуре вне хромофорной группировки. Несколько уменьшенное время удерживания по сравнению с лютеином может свидетельствовать о понижении сорбционной активности в одном из колец, например, за счет окисления ОН-группы до кето-группы с образованием 3-гидрокси- β,ϵ -каротин-3'-он. Известно, что это соединение является продуктом окисления лютеина, обнаруженном, например, в сетчатке глаз [18], и в желтке куриных яиц [19].

Выводы

Результаты выполненного исследования показывают, что во всех исследованных желтках различных птиц накапливаются в основном одни и те же ксантофиллы – лютеин и зеаксантин. Особенность желтка яиц гуся – высокая доля продукта окисления лютеина - 3-гидрокси- β,ϵ -каротин-3'-она. И, хотя роль этих ксантофиллов, обладающих антиоксидантной активностью, в развитии птенцов неизвестна, их необходимость не вызывает сомнения.

Список литературы

1. Handelman G.J., Nightingale Z.D., Lichtenstein A.H., Schaefer E.J., Blumberg J.B. Lutein and zeaxanthin concentrations in plasma after dietary supplementation with egg yolk // *Am. J. Clin. Nutr.* – 1999. – V.70. – P. 247–251.
2. Дейнека Л.А., Шапошников А.А., Шаркунова Н.А., Гусева Т.С., Дейнека В.И. Пищевой дизайн: целенаправленное изменение накопления ксантофиллов в желтке куриных яиц. // *Белгородский агромир.* - 2006. - №6. - С. 18-19.
3. Бессарабов Б.Ф. Инкубация яиц сельскохозяйственной птицы. Справочник М.: Зоо-МедВет. 2001. - 88 с.
4. ГОСТ 18221-99 «Комбикорма полнорационные для сельскохозяйственной птицы». Технические условия.
5. ГОСТ Р 52121-2003 «Яйца куриные пищевые». Технические условия.
6. Каротиноиды. Цель и методы применения в животноводстве. Цель и методы применения в животноводстве. Препараты бета-каротина Каролин, Карток, Карсел. <http://www.roskarfarm.ru/preparations4>.
7. <http://kemin.biosgroup.com.ua/>
8. Гостищев И.А., Третьяков М.Ю., Анисимович И.П., Дейнека Л.А., Дейнека В.И. Оценка высушенных цветков бархатцев в качестве доступного источника диэфиров лютеина для целей хроматографической идентификации ксантофиллов // *Научные ведомости БелГУ. Серия: Естественные науки.* - 2010. - №15(86), Вып.12. - С. 140-144.
9. Дадали В.А., Тутельян В.А., Дадали Ю.В., Кравченко Л.В. Каротиноиды. Биодоступность, биотрансформация, антиоксидантные свойства / *Вопросы питания.* – 2010. – Т.79, №2. - С. 4-18.
10. Pizzey H., Bredrecarrats G.Y. Study of the effects of dietary lutein on reproductive performances in chickens // *J. Poult. Sci.* – 2007. – V.44. - P. 409-415.
11. Surai P.F., Speak B.K., Wood N.A.R., Blount G.R., Spark N.H.C. Carotenoid discrimination by the avian embryo: a lesson from wild birds // *Comp. Biochem. B.* – 2001. – V.128. - P. 743-750.
12. Schalatterer J., Breithaupt D.E. Xanthophylls in Commercial Egg Yolks: Quantification and Identification by HPLC and LC-(APCI)MS Using a C30 Phase // *J. Agric. Food Sci.* – 2006. – V.54. – P. 2267-73.



13. Lai S.-M., Gray J.I., Flegal C.J. Deposition of carotenoids in eggs from hens fed diet containing saponified and unsaponified oleoresin paprika // *J. Sci. Food Agric.* – 1996. – V.72. – P. 166-170.
14. Nys Y. Dietary carotenoids and egg yolk coloration – a review // *Arch. Geflügelk.* – 200. – V.64. – P. 45-54.
15. Scott K.J. Detection and measurement of carotenoids by UV/Vis spectrophotometry / *Current Protocol in Analytical Chemistry.* – 2001. – F2.2.1 – F2.2.10.
16. Biehler E., Mayer F., Hoffmann L., Krause E., Bohn T. Comparison of 3 Spectrophotometric Methods for Carotenoid Determination in Frequently Consumed Fruits and Vegetables // *J. Food Sci.* – 2010. – V.75. – P. C55-C61.
17. Lee C.-Y., Lee B.-D., Na J.-C., An G. Carotenoid Accumulation and Their Antioxidant Activity in Spent Laying Hens as Affected by Polarity and Feeding Period // *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* – 2010. – V.23. – P.799-805.
18. Khachik F., Bernstein P.S., Garland D.L. Identification of Lutein and Zeaxanthin Oxidation Products in Human and Monkey Retinas // *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* – 1997. – V.38. – P. 1802-1811.
19. Tyczkowski J.K., Schaeffer J.L., Parkhurst C., Hamilton P.B. 3'-Oxolutein, a metabolite of lutein in chickens. // *Poult. Sci.* – 1986. – V.65. – P. 2135-2141.

CAROTENOIDS OF POULTRY EGGS YOLK

S.M. Vostrikova

M.Yu. Trit'jakov

V.I. Deineka

L.A. Deineka

A.A. Shaposhnikov

*Belgorod State National
Research University*

e-mail: deineka@bsu.edu.ru

Carotenoid complexes of some poultry (*Gallus gallus*, *Pavo cristatus*, *Phasianus colchicus*, *Meleagris gallopavo*, *Coturnix coturnix*, *Anser anser*, *Cairina moschata*, *Columba livia* and *Numida meleagris*) have been investigated by normal-phase HPLC and spectrophotometry. It has been established that all samples under investigation were enriched by mainly lutein and zeaxanthin being lipophilic antioxidants for embryo and chicken development. That of goose has an increased concentrations of lutein oxidation product - 3-hydroxy- β , ϵ -carotene-3'-on.

Key words: HPLC, carotenoids, analysis, egg yolk, poultry.

ИССЛЕДОВАНИЕ СУПРАМОЛЕКУЛЯРНЫХ КОМПЛЕКСОВ ХЛОРОГЕНОВЫХ КИСЛОТ С β-ЦИКЛОДЕКСТРИНОМ

И.П. Анисимович
В.И. Дейнека
Л.А. Дейнека

Белгородский государственный
 национальный
 исследовательский
 университет, 308015
 г.Белгород, ул.Победы 85
 e-mail: deineka@bsu.edu.ru

Методом ВЭЖХ определены константы образования комплексов включения изомеров хлорогеновых и кофейной кислоты с β-циклодекстрином. С использованием ¹H-ЯМР подтверждено образование двух типов комплексов в случае 5-кофеоилхинной кислоты. Выводы подтверждаются компьютерным моделированием с оптимизацией геометрии комплекса методом ММ+. Обсуждаются причины меньшей устойчивости комплексов 3- и 4-кофеоилхинных кислот.

Ключевые слова: комплексы включения, константа устойчивости, хлорогеновые кислоты, кофейная кислота, β-циклодекстрин, ВЭЖХ, ¹H-ЯМР

Введение

Необходимость употребления достаточных количеств антиоксидантов для сохранения здоровья человека является требованием современного урбанизированного общества [1]. Для любителей кофе основным антиоксидантом, поступающим в организм с пищей, является хлорогеновая кислота, потребление которой достигает 0.5 – 1 г в сутки [2]. Если не учитывать медико-биологическую проблему (потребление хлорогеновой кислоты приводит к увеличению концентрации гомоцистеина, вещества являющегося предвестником сердечнососудистых заболеваний, в крови [3]), то удивительно употребление в цитированной выше (и в ряде других публикаций) работе названия хлорогеновая кислота. Дело в том, что хорошо известно, что в кофе обнаруживаются несколько изомерных хлорогеновых кислот [3, 4]. Хлорогеновая кислота является эфиром кофейной кислоты (выступающей в качестве кислотной компоненты) и одного из изомеров хинной кислоты (спиртового компонента), причем таких изомеров может быть четыре, обнаруживаемых в растительных материалах [5].

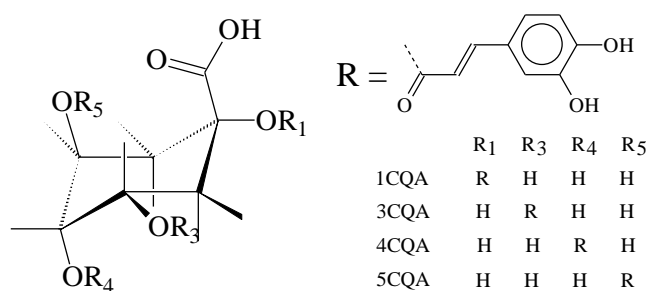


Схема 1. Строение изомеров хлорогеновых кислот

Обычно под термином «хлорогеновая кислота» подразумевают 5-кофеоилхинную кислоту. Высокая биологическая активность хлорогеновой кислоты объясняет интерес к этому веществу (6863 ссылки на публикации в научных журналах по данным SCIRUS), и по отношению к комплексам включения хлорогеновой кислоты и циклодекстринов. В работе [6] с использованием двух спектроскопических методов установлено, что β-циклодекстрин (CD) образует с хлорогеновой (5CQA) и кофейной кислотами комплексы включения состава 1:1 с константами устойчивости 424 и 278 моль/л, соответственно. При этом на основании анализа термодинамических па-



раметров комплексообразования и результатов молекулярного моделирования было сделано предположение о том, что в случае обеих кислот замещенный фенольный фрагмент занимает полость CD. Примерно то же значение константы устойчивости для комплекса хлорогеновой кислоты с β -циклодекстрином (465 моль/л) было получено с использованием флуоресцентной спектроскопии в другой работе [7]. Но с использованием метода ^1H -ЯМР [8] по изменениям химических сдвигов сигналов протонов в D_2O было найдено иное соотношение между константами комплексообразования: 504 и 936 моль/л для хлорогеновой и кофейной кислот, соответственно. Исследуя взаимодействие хлорогеновой кислоты с β -циклодекстрином флуоресцентным и калориметрическим методом, авторы работы [9] получили неодинаковые значения константы комплексообразования – от 207 до 351 для первого метода (в зависимости от использованной модели) и заметно большее значение – 442 моль/л для второго метода. Для объяснения полученных результатов было предположено, что хлорогеновая кислота образует два типа комплексов при постоянном соотношении «гость-хозяин» 1:1. В одном из них полость β -циклодекстрина занята ароматическим кольцом от кофейной кислоты, а во втором – циклогексановым фрагментом хинной кислоты, что подтверждено анализом двухмерных ^1H -ЯМР спектров. При этом обращается внимание на то, что спектроскопические методы (в отличие от калориметрического) не позволяют получить полную информацию о комплексообразовании в данном случае. Наконец, вхождение хлорогеновой кислоты в полость β -циклодекстрина фрагментом от хинной кислоты принимается в качестве основного механизма комплексообразования в работе [10].

Целью настоящей работы является получение сведений о комплексообразовании β -циклодекстрина не только с 5-кофеилхинной кислотой, но с ее изомерами методом обращенно-фазовой ВЭЖХ – методом, позволяющим определять суммарную константу комплексообразования.

Объекты и методы исследования

В работе использовали хроматографическую систему, составленную из насоса высокого давления Beckman 110B, самодельного устройства - дегазатора, крандозатора Rheodyne 7125 с петлей 200 мкл. Спектрофотометрического детектора с изменяемой длиной волны (Nicolet LC/9563). Для регистрации и обработки хроматограмм использовали ПП МультиХром 1.5.

Результаты и их обсуждение

Если хлорогеновые кислоты могут образовывать с β -циклодекстрином только комплексы в соотношении 1:1 (что подтверждается выводами всех известных нам опубликованных работ для данной пары соединений), но при этом возможны различные варианты занятия полости молекулы «хозяина» молекулой «гостя», то такие процессы описываются двумя равновесиями:



где KX – кофеилхинная кислота;

CD – β -циклодекстрин;

$\text{K}[\text{XCD}]$ – комплекс, в котором полость β -циклодекстрина занята фрагментом хинной кислоты;

$[\text{CDK}]\text{X}$ – комплекс, в котором полость β -циклодекстрина занята фрагментом кофейной кислоты.

Пренебрегая коэффициентами активностей (что оправдано в методе ВЭЖХ вследствие очень небольшой концентрации сорбатов), нетрудно определить долю кофеилхинной кислоты, находящейся в подвижной фазе в свободном состоянии:

$$\alpha(\text{KX}) = 1/(1 + K_1 \cdot [\text{CD}] + K_2 \cdot [\text{CD}]) = 1/(1 + (K_1 + K_2) [\text{CD}]), \quad (3)$$

где K_1 и K_2 – константы равновесий по уравнениям 1 и 2, соответственно.

Если комплексы с гидрофильной внешней поверхностью не удерживаются обращенной фазой, то удерживание сорбатов должно пропорционально уменьшиться при образовании таких комплексов в подвижной фазе:

$$k(KX) = k_o \cdot \alpha(KX) = k_o / (1 + (K_1 + K_2) [CD]), \tag{4}$$

где $k(KX)$ – фактор удерживания КХ при данной концентрации CD;

k_o – фактор удерживания сорбата при отсутствии CD в подвижной фазе.

Уравнение (4) можно преобразовать в вид, наиболее удобный для обработки экспериментальных данных:

$$k_o/k(KX) = 1 + (K_1 + K_2) [CD]. \tag{5}$$

Для исследования комплексообразования изомерных хлорогеновых кислот с β -циклодекстрином крепкий водный настой кофе после фильтрования через бумажный фильтр пропускали через патрон ДИАПАК С18. Последующей десорбцией водно-ацетонитрильной смесью (80:20 об.%) была выделена фракция, содержащая в основном изомерные хлорогеновые кислоты, идентифицированные по УФ-спектрам индивидуально выделенных фракций, рис.1 и рис.2.

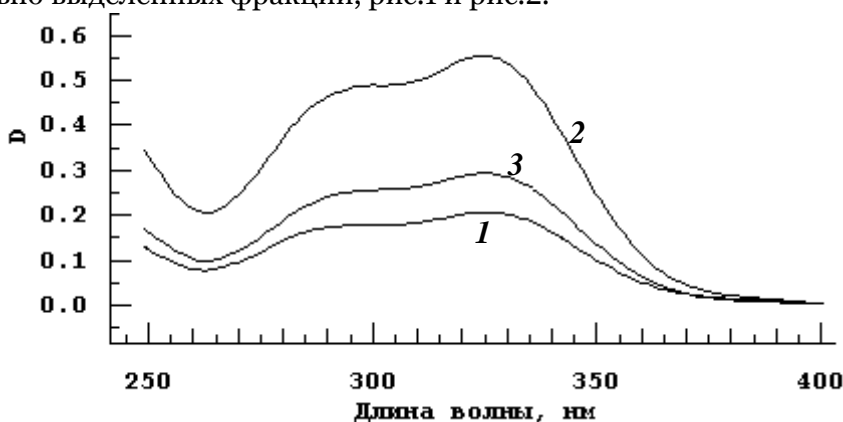


Рис. 1. УФ-спектры изомерных хлорогеновых кислот

Номера на рисунке соответствуют номерам пиков на хроматограмме, рис.2.

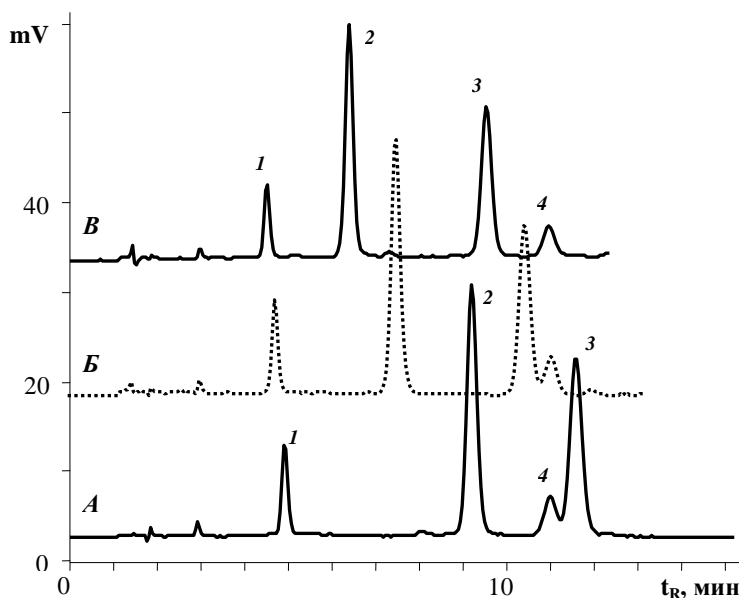


Рис. 2. Разделение изомерных хлорогеновых кислот в элюентах с добавкой β -циклодекстрина Колонка 150×4.6 мм Kromasil 100-5C18, подвижная фаза: 7.5% CH₃CN, 2 % CH₃COOH в воде; 1 мл/мин. Детектор УФ 320 нм. Добавки β -циклодекстрина: А – 0; Б – 0.001874; В – 0.003679 моль/л. Соединения: 1 – 3-кофеоилхинная, 2 – 5-кофеоилхинная и 3- 4-кофеоилхинная кислоты, 4 – кофеин.



Положение на хроматограмме пика 5-кофеоилхинной кислоты установили по стандартному образцу хлорогеновой кислоты. Для отнесения пиков остальных изомеров были использованы литературные данные [11-13], по которым изомерные хлорогеновые кислоты элюируются в порядке:

$$t_R(3CQA) < t_R(5CQA) < t_R(4CQA). \quad (6)$$

Как следует из приведенных на рис.2 данных, при увеличении концентрации β -циклодекстрина удерживание трех хлорогеновых кислот уменьшается, но неодинаково; удерживание кофеина при этом практически не изменяется, что соответствует его неспособности образовывать комплексы с β -циклодекстрином [14]. Обработка экспериментальных данных по уравнению (5), рис.3, во-первых, показывает хорошую вероятность линейной аппроксимации (R^2 не ниже 0.998), что подтверждает образование комплексов в соотношении 1:1.

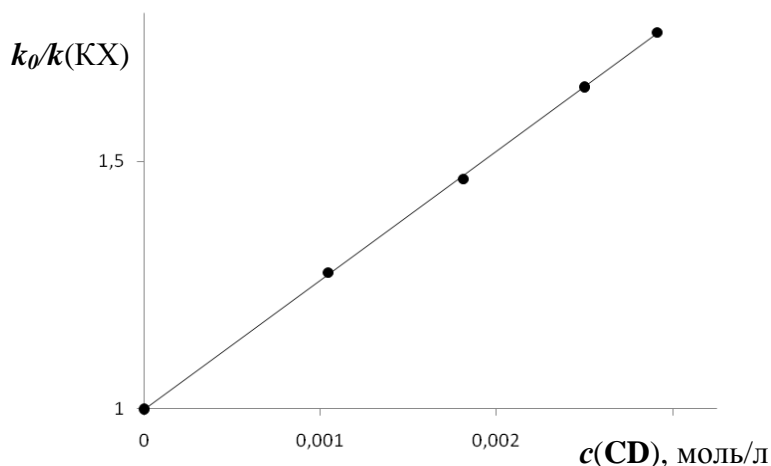


Рис. 3. Изменение удерживания 5CQA в подвижных фазах с добавкой CD

Во-вторых, константы устойчивости комплексов заметно различались для водных растворов, содержащих 7.5 об.% ацетонитрила и 2 об.% уксусной кислоты: 107 ± 12 , 163 ± 15 и 291 ± 10 моль/л для 3CQA, 4CQA и 5CQA. Поскольку возможна двоякая ориентация хлорогеновой кислоты в комплексе включения, то важную информацию можно было бы получить, исследуя комплексообразование с β -циклодекстрином не только изомерных хлорогеновых кислот, но и самой кофейной кислоты в одинаковых условиях. Такие данные были получены для двух составов подвижных фаз, табл.1.

Таблица 1

Константы устойчивости комплексов включения β -циклодекстрина с кофейной и хлорогеновыми кислотами

№	Объемная доля модификатора, %			$K_{(5.5)}/K_{(6.5)}$
	CH ₃ CN	5.5	6.5	
	CH ₃ COOH	5.0	5.0	
	Кислоты	Константы устойчивости комплексов, моль/л		
1	Кофейная	98 ± 6	72 ± 8	1.36
2	3-Кофеоилхинная	51 ± 6	37 ± 4	1.37
3	4-Кофеоилхинная	81 ± 6	60 ± 4	1.35
4	5-Кофеоилхинная	146 ± 12	116 ± 9	1.26

Существенное различие в устойчивости констант комплексообразования подтверждается и в этом случае. Более того, константа комплексообразования для 5CQA оказывается больше, чем для кофейной кислоты, что свидетельствует в пользу одновременного присутствия в растворе двух вариантов комплексов.

Константы комплексообразования других изомеров хлорогеновой кислоты оказались неожиданно небольшими. Так, для самого липофильного изомера 4CQA (с самым большим удерживанием) следовало бы предположить наибольшую константу, поскольку молекула «гостя» должна заполнить гидрофобную полость β -циклодекстрина. Однако константа комплексообразования для нее оказывается примерно на 20% ниже, чем константа комплексообразования кофейной кислоты. Наименьшее значение константы комплексообразования найдено для 3CQA, что, с одной стороны, неудивительно, поскольку такой изомер имеет наименьшее удерживание в условиях обращено-фазовой ВЭЖХ, но, с другой стороны, уменьшение константы вдвое по сравнению с константой для кофейной кислоты предположить было бы трудно. Поэтому в случае изомерных хлорогеновых кислот определяющими могут быть стерические эффекты для подходящих конформаций молекул.

То, что константа комплексообразования увеличивается при уменьшении концентрации ацетонитрила в растворе, является отражением конкуренции молекул этого соединения и хлорогеновых кислот за место в полости CD. Тогда чем больше молекул ацетонитрила высвобождаются при комплексообразовании, тем сильнее должна быть такая зависимость. Однако для 5CQA при уменьшении объемной доли ацетонитрила с 6.5% до 5.5% рост константы оказывается заметно меньше, чем для 4CQA, 3CQA и кофейной кислоты (для последней группы это изменение примерно одинаково), см. табл.1. Это также свидетельствует в пользу двоякого способа внедрения молекулы 5CQA в полость молекулы «хозяина», поскольку гидрофобность хинной кислоты (и число молекул ацетонитрила в сольватной оболочке) заметно меньше по сравнению с гидрофобностью кофейной кислоты: рассчитанные на сайте Virtual Computational Chemistry Laboratory (<http://www.vcclab.org/lab/alogps/>) ALOGPs равны -2.46 и 1.67, соответственно.

Действительно, только для 5CQA нами обнаружена компактная конформация, при которой *цис*-заместители - радикал кофейной кислоты и полярная карбоксильная группа в аксиальных положениях относительно циклогексанового кольца хинной кислоты направлены в одну сторону и не препятствуют вхождению этого фрагмента в полость β -циклодекстрина, что было подтверждено компьютерным моделированием комплекса в программной среде HyperChem 8.0 при оптимизации геометрии комплекса методом ММ+, рис.4а.

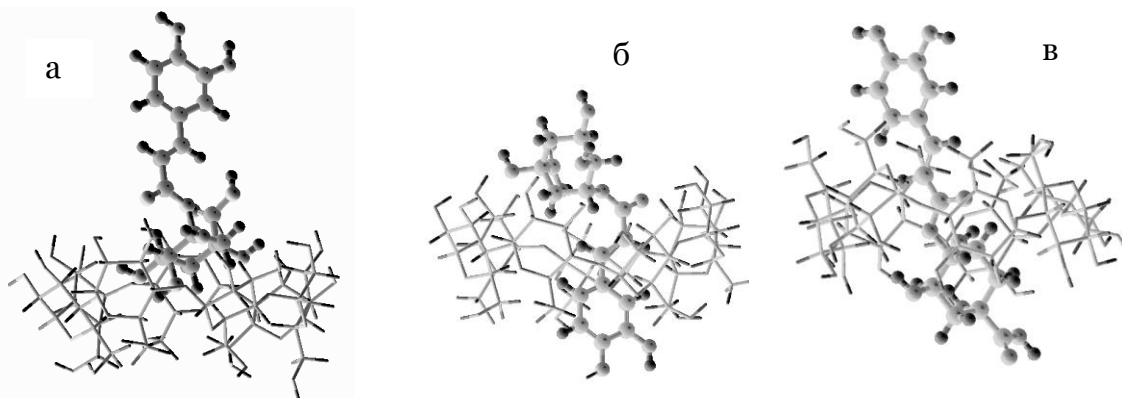


Рис. 4. Оптимизированная геометрия комплексов а) - 5CQA и CD: вариант по уравнению (1), б) - 5CQA и CD: вариант по уравнению (2); в) - 4CQA и CD

Для другой ориентации 5CQA оптимизированная структура комплекса предполагает существенно более глубокое внедрение в полость CD, рис.4б. Для других изомеров хлорогеновых кислот подобных устойчивых компактных конформаций нами не было найдено. Впрочем, для 4CQA оптимизация геометрии приводит к «вытянутой» конформации с экваториальным расположением карбоксильной группы и радикала кофейной кислоты, которые не должны создавать стерических препятствий

для образования комплекса с CD, рис.4в, что, возможно, и обеспечивает достаточно высокую константу устойчивости соответствующего комплекса.

Как отмечалось выше в трех работах по исследованию комплексообразования 5QA с CD методом ЯМР были получены различные результаты. Мы также использовали метод ^1H -ЯМР но при двойном сопоставлении изменения химических сдвигов, причем не только для 5QCA, но и для кофейной кислоты. Прямое сопоставление химических сдвигов для одних и тех же протонов в D_2O и в растворе β -циклодекстрина проводить не совсем корректно, поскольку изменения могут относиться и к молекулам, находящимся со внешней стороны молекулы «хозяина».

По этой причине дополнительно были записаны ЯМР-спектры для растворов этих кислот при добавках глюкозы, не способной к комплексообразованию. В настоящей работе использовано отнесение сигналов протонов для нумерации протонов по схеме 2, определенное в работе [15].

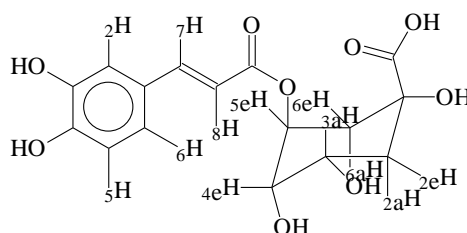


Схема 2. Нумерация протонов в молекуле 5-кофеилхинной кислоты

Как видно из представленных данных, табл.2, наибольшее изменение химических сдвигов для кофеоильного радикала при переносе хлорогеновой кислоты из воды в раствор β -циклодекстрина найдено для винильных протонов. Однако и перенос в раствор глюкозы приводит к почти тому же результату, хотя ни о каких комплексах включения здесь не может идти и речи. При этом показательным оказывается изменение химических сдвигов сигналов протонов при переносе 5CQA из водно-глюкозного раствора в водно-циклодекстриновый: наибольшему смещению подвержены сигналы протонов в положении 2, 6 и 5, что может отвечать за ориентацию 5CQA по направлению (2). Подобные изменения обнаружены и для кофейной кислоты, табл.3, только существенное изменение касается также и винильных протонов, что является основным отличием рассмотренной пары кислот.

Таблица 2

Химические сдвиги протонов кофеоильного радикала 5CQA

№ протона	D_2O	+ CD	+ глюкоза	Разность хим.сдвигов
2	7.1918	7.2089	7.2607	+0.0518 / +0.0171
5	6.9760	6.9722	7.0093	+0.0371 / -0.0038
6	7.1240	7.1200	7.1894	+0.0694 / -0.0040
7	7.6089	7.7078	7.6882	-0.0196 / +0.0989
8	6.3525	6.4398	6.4349	-0.0049 / +0.0873

Таблица 3

Химические сдвиги протонов кофейной кислоты

№ протона	D_2O	+ CD	+ глюкоза	Разность хим.сдвигов
2	7.2124	7.1473	7.2525	+0.1052 / -0.0651
5	6.9903	6.9959	7.0050	+0.0091 / +0.0056
6	7.1494	7.0851	7.1861	+0.1010 / -0.0643
7	7.6342	7.6172	7.6691	+0.0519 / -0.0170
8	6.3683	6.3133	6.4099	+0.0966 / -0.0550

С другой стороны, химические сдвиги протонов фрагмента хинной кислоты изменяются намного меньше при переносе 5CQA из водного в водно-глюкозный раствор по сравнению с переносом в раствор β -циклодекстрина. Это относится не только к протонам СН-групп - как в положении 3', так и в положении 5' (сигналы протонов в положении 4' сливаются с сигналами протонов CD или глюкозы), но и к сложной суперпозиции сигналов протонов двух метиленовых групп, рис.5.

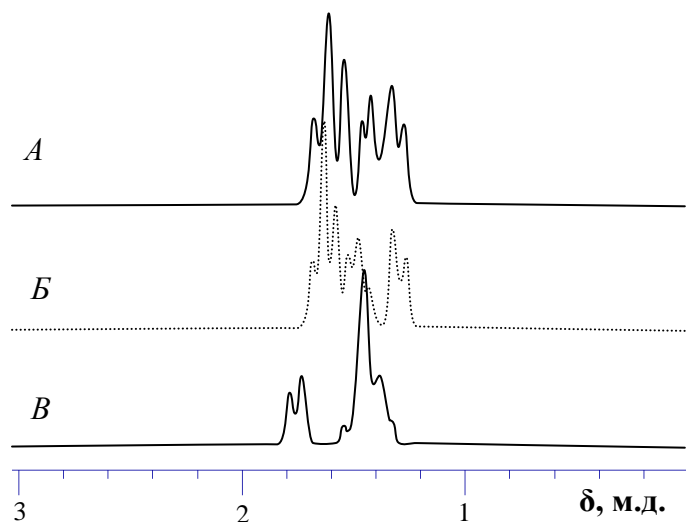


Рис. 5. Фрагмент ^1H -ЯМР – спектра 5-кофеoilхинной кислоты
 А – раствор в D_2O , Б – добавкой глюкозы, В – с добавкой β -циклодекстрина

Это подтверждает образование комплексов включения 5CQA – CD с заполнением полости «хозяина» фрагментом хинной кислоты.

Заключение

Таким образом, метод ВЭЖХ позволяет исследовать комплексы включения при наличии нескольких различных ориентаций молекулы «гостя» относительно полости «хозяина», если доступны соответствующие образцы сравнения.

Список литературы

1. Федина П.Ф., Яшин А.Я., Черноусова Н.И. Определение антиоксидантов в продуктах растительного происхождения амперометрическим методом // Химия растительного сырья. – 2010. - №2. – С. 91-97.
2. Olthof M.R., Hollman P.C.H., Katan M.B. Chlorogenic Acid and Caffeic Acid Are Absorbed in Humans // J. Nutr. – 2001. – V.131. – P. 66–71.
3. Olthof M.R., Hollman P.C., Zock P.L., Katan M.B. Consumption of high doses of chlorogenic acid, present in coffee, or of black tea increases plasma total homocysteine concentrations in humans // Am. J. Clin. Nutr. – 2001. – V.73. – P. 532–538.
4. Monteiro M., Farah A., Perrone D., Trugo L.C., Donangelo C. Chlorogenic Acid Compounds from Coffee Are Differentially Absorbed and Metabolized in Humans // J. Nutr. – 2007. – V.137. – P. 2196–2201.
5. Lin L.-Z., Harnly J.M. Identification of Hydroxycinnamoylquinic Acids of Arnica Flowers and Burdock Roots Using a Standardized LC-DAD-ESI/MS Profiling Method // J. Agric. Food Chem. – 2008. – V.56. – P. 10105-10114.
6. Górnas P., Neunert G., Baczyński K., Polewski K., Beta-cyclodextrin complexes with chlorogenic and caffeic acids from coffee brew: Spectroscopic, thermodynamic and molecular modelling study // Food Chemistry. – 2009. – V.114. – P. 190–196.
7. Alvarez-Parrilla E., de la Rosa L.A., Torresrivás F., Rodrigo-García J., Gonzalez-Aguilar G.A. Complexation of Apple Antioxidants: Chlorogenic Acid, Quercetin and Rutin by β -Cyclodextrin (β -CD) // J. Incl. Phenom. Macrocycl. Chem. – 2005. – V.53. – P. 121–129.



8. Rodrigues E., Vazi S., Gil V.M.S.S., Caldeira M.M., da Silva A.M.G.M. Inclusion of Polyphenol Oxidase Substrates in β -Cyclodextrin: A $^1\text{H-NMR}$ Study // *J. Incl. Phenom. Macrocycl. Chem.* – 2002. – V.44. – P. 395–397.
9. Álvarez-Parrilla E., Palos R., de la Rosa L.A., Frontana-Urbe B.A., González-Aguilar G.A., Machi L., Ayala-Zavala J.F. Formation of Two 1:1 Chlorogenic Acid: β -cyclodextrin Complexes at pH 5: Spectroscopic, Thermodynamic and Voltammetric study // *J. Mex. Chem. Soc.* – 2010. – V.54(2). – P. 103–110.
10. Zhao M., Wang H., Yang B., Tao H. Identification of cyclodextrin inclusion complex of chlorogenic acid and its antimicrobial activity // *Food Chem.* – V.120. – P. 1138–1142.
11. Maldini M., Montoro P., Kapusta I., Oleszek W., Piacente S., Pizza C. Quantitative Analysis of Caffeoylquinic Acids and Styrylpyrones in *Sweetia panamensis* Bark by UPLC // *Chromatographia.* – 2009. – V.70. – P. 1621–1626.
12. Clifford M.N., Zheng W., Kuhneret N. Profiling the Chlorogenic Acids of Aster by HPLC–MSn // *Phytochem. Anal.* – 2006. – V.17. – P. 384–393
13. Clifford M.N., Johnston K.L., Knight S., Kuhnert N. Hierarchical Scheme for LC-MSn Identification of Chlorogenic Acids M.N. // *J. Agric. Food Chem.* - 2003. - V.51. - P. 2900–2911.
14. Терехова И.В., Кумеев Р.С., Альпер Г.А. Взаимодействие кофеина с замещенными циклодекстринами в воде // *Журнал физической химии.* – 2007. – Т.81, №7. – С. 1221–1226.
15. Tolonen A., Joutsamo T., Mattila S., Kämäräinen T., Jalonen J. Identification of isomeric dicaffeoylquinic acids from *Eleutherococcus senticosus* using HPLC-ESI/TOF/MS and $^1\text{H-NMR}$ methods // *Phytochem. Anal.* – 2002. – V.13. – P. 316–328.

INVESTIGATION OF SUPRAMOLECULAR COMPLEXES OF CHLOROGENIC ACIDS WITH β -CYCLODEXTRIN

I.P. Anisimovich
V.I. Deineka
L.A. Deineka

Belgorod National Research University, 308015 Belgorod, Pobeda Str.

e-mail: deineka@bsu.edu.ru

By means of HPLC constants of complex formation of isomeric chlorogenic as well as caffeic acids with β -cyclidextrin. The formation of two complexes with different geometry for 5-caffeoylquinic acid has been proved by $^1\text{H-NMR}$ spectra. The reasons of complexes stabilities was considered discussed and confirmed by MM+ structure optimization.

Key words: supramolecular complexes, constants of complex formation, chlorogenic acids, caffeic acid, β -cyclodextrin, HPLC, $^1\text{H-NMR}$.

УДК 543.54:547.973

ЖИМОЛОСТЬ ГОЛУБАЯ – СОПОСТАВЛЕНИЕ НЕКОТОРЫХ СВОЙСТВ ПЛОДОВ, ВЫРАЩЕННЫХ В БЕЛГОРОДЕ И В МОСКВЕ

**А.Н.Чулков, С.Л. Макаревич
В.И. Дейнека
Л.А. Дейнека, С.А. Сазонов**

Белгородский государственный
национальный исследовательский
университет, 308015 г.Белгород,
ул.Победы 85.

e-mail: deineka@bsu.edu.ru

Методами ВЭЖХ и спектрофотометрии исследовано накопление антоцианов в плодах *Lonicera caerulea* L., выращенных в Подмосковье и в Белгороде. Установлено, что содержание антоцианов в плодах составило $0,738 \pm 0,025$ и $0,422 \pm 0,034$ г на 100 г плодов, соответственно, что указывает на более благоприятные условия для выращивания жимолости в Подмосковье. С использованием прибора «Цвет Яуза 01-АА» определена емкостная антиоксидантная активность плодов, которая также различалась практически вдвое – $13,1 \pm 1,5$ и $6,3 \pm 0,8$ ммоль ϵ на 100 г, соответственно.

Ключевые слова: жимолость голубая, *Lonicera caerulea* L., антоцианы, антиоксидантная активность, ВЭЖХ, «Цвет Яуза 01-АА»

Введение

Растения семейства жимолостные (*Caprifoliaceae*), объединяющего около 15 родов и до 500 видов, – листопадные или вечнозеленые кустарники, иногда вьющиеся, реже невысокие деревья или травы [1]. В этом семействе жимолость (*Lonicera*) представлена 180 видами, из которых в нашем регионе для озеленения используются жимолость татарская – *L. tatarica* L. и жимолость обыкновенная (волчья ягода) – *L. xylosteum* L. Но в отличие от этих видов с несъедобными плодами известна и дикорастущая жимолость съедобная (*Lonicera edulis* Turcz. ex Freyn). Строго говоря, жимолость съедобная или жимолость голубая (*L. caerulea* L.), – это собирательный термин, включающий несколько растений с характерными плодами темно-синего цвета различной формы: камчатская (*L. kamtschatica* (Sevast.) Pojark.), съедобная (*L. edulis* Turcz.), Турчанинова (*L. turczaninowii* Pojark.), Регеля (*L. regeliana* Vochkarn.), Алтайская (*L. altaica* Pall.). Наибольшей популярностью это растение пользуется в восточных регионах России. С целью интродукции этого полезного растения в Ботаническом саду БелГУ собрана обширная коллекция сортов жимолости, включающая 20 сортов.

Синяя окраска плодов жимолости обусловлена накоплением антоцианов – водорастворимых веществ класса флавоноидов, кроме окраски обеспечивающих высокие антиоксидантные свойства плодам и связанную с ними разнообразную биологическую активность. При этом уровень накопления антоцианов может быть следствием условий выращивания растений. По данным чешских исследователей в жмыхе плодов жимолости содержалось 0.625–1.736 г/100 г антоцианов, и примерно в три раза меньше – в соке [2]. Но в «Энциклопедии фруктов и орехов» приводятся значительно меньшие содержания антоцианов – от 0.116 до 0.339 мг на 100 г [3]. Примерно такой же показатель по накоплению антоцианов был найден польскими исследователями (0.235 г на 100 г) [4]. Но в публикации канадских ученых сообщается о максимальном содержании до 1.081 г на 100 г плодов в пересчете на цианидин-3-глюкозид [5]. Даже в Таиланде удается вырастить плоды с довольно высоким содержанием антоцианов – 0.116–0.593 г/100 г [6]. Плоды жимолости, собранные в Ботаническом саду Новосибирского государственного университета, содержали от 0.186 до 0.961 г на 100 г антоцианов [7].

Таким образом, приведенные данные, будучи чрезвычайно неоднородными, свидетельствуют о возможной зависимости уровня накопления антоцианов в плодах от ряда факторов, включающих сорт растений и место произрастания. А поскольку именно антоцианы отвечают за основную антиоксидантную активность, то их опре-



деление является важнейшим параметром, определяющим целесообразность интродукции растений в новые регионы. Оценка этих параметров и стала задачей настоящего исследования.

Материалы и методы исследования

Экстракты получали настаиванием плодов в 0.1 М водном растворе HCl при разминании плодов до сравнения окраски остатка с окраской раствора, что обеспечивало более чем 98%-ное извлечение антоцианов.

Спектры экстрактов записывали с использованием спектрофотометра СФ-56 в кварцевых или стеклянных кюветах относительно водно-спиртовой смеси. Перед измерением оптической плотности растворы разбавляли в необходимое число раз и фильтровали через бумажный фильтр. Содержание антоцианов приводили в пересчете на цианидин-3-глюкозид, используя литературное значение коэффициента молярного погашения, $\epsilon = 26900 \text{ л}/(\text{моль}\cdot\text{см})$ [8].

Измерение АОА производили на приборе Цвет Яуза 01-АА с вольт-амперометрическим детектором при постоянстве напряжения 1,3В в постоянно-токовом режиме (АД п.т.). В качестве элюента использовали раствор ортофосфорной кислоты с молярной концентрацией 0,0022 моль/л. Скорость подачи элюента 1,2 см³/мин.

Для ВЭЖХ использовали комплект оборудования фирмы Agilent 1200 Infinity с диодно-матричным детектором. Колонка: 250×4.6 мм Symmetry C18, 5 мкм; термостатирование при 40°C. Подвижная фаза: 8 об.% ацетонитрила и 10 об.% муравьиной кислоты в воде, скорость подачи – 1 мл/мин.

Результаты исследования и их обсуждение

Исследование большой партии плодов жимолости синеплодной (30 сортов), выращенной в Мичуринске в 2005 году, показало, что уровень накопления антоцианов был неодинаковым для полученных образцов и варьировал в необычно широких пределах – от 0.104 г (сорт Гжелка ранняя) до 1,064 г (Сорт Баночка №3) на 100 свежих плодов, причем 2/3 сортов превзошли уровень 0.500 мг. При этом оставалось сомнение в том, что при транспортировке плодов в Белгород не возникали артефакты, искажившие результат. Дело в том, что рекордсменами по накоплению антоцианов считаются черника и бузина, накапливающие обычно порядка 1 г на 100 г свежих плодов и ни в одном из справочных изданий жимолость в рекордсменах не упоминается. Через год, когда началось плодоношение растений из коллекции жимолостей в ботаническом саду БелГУ, исследования были продолжены. И первые же результаты оказались весьма умеренными: в плодах сорта «Голубое веретено», например, было найдено лишь 0,329 г (2006 г.) и 0,300 г (2007 г.) на 100 г действительно свежих плодов (анализ выполняли не позже, чем через 1 ч после сбора плодов) против 0,734 г для плодов, приведенных из Мичуринского ботанического сада. В целом накопление антоцианов в плодах сортов жимолости из коллекции Ботанического сада БелГУ более чем вдвое уступало параметрам, найденным при первом исследовании (2005 г.), причем с явной тенденцией к уменьшению этого показателя по годам: например, для плодов сорта «Морена» - от 0.522 г (2006) до 0.215 г (2007 г.); сорта «Синяя птица» - от 0,340 г до 0,255 г на 100 г свежих плодов. Для сорта «Длинноплодная» накопление антоцианов составило 0,677 г (2005 г.), 0,337 г (2006 г.) и 0,240 (2007 г.) на 100 г плодов. Следует, правда оговориться, что снижение концентрации антоцианов, возможно, связано с климатическими изменениями – ростом летних температур, уменьшением уровня снегового покрова зимой и количеством осадков во время вегетации растений. Поэтому представляло интерес повторное исследование плодов жимолости из регионов с другими (по сравнению с Белгородом) климатическими условиями.

В 2011 году из одного из приусадебных хозяйств Подмосковья были привезены в замороженном состоянии плоды двух неизвестных сортов жимолости синеплодной и они были сопоставлены с плодами одного из местных сортов, также хранившихся в замороженном состоянии.

Спектрофотометрический анализ экстрактов плодов в 0.1 М водном растворе HCl показал, что уровень накопления антоцианов в плодах из Подмосковья

($0,738 \pm 0,025$ г на 100 плодов) оказался примерно вдвое больше, чем в плодах местного происхождения ($0,422 \pm 0,034$ г на 100 г.). Спектры экстрактов были качественно неразличимыми (рис. 1).

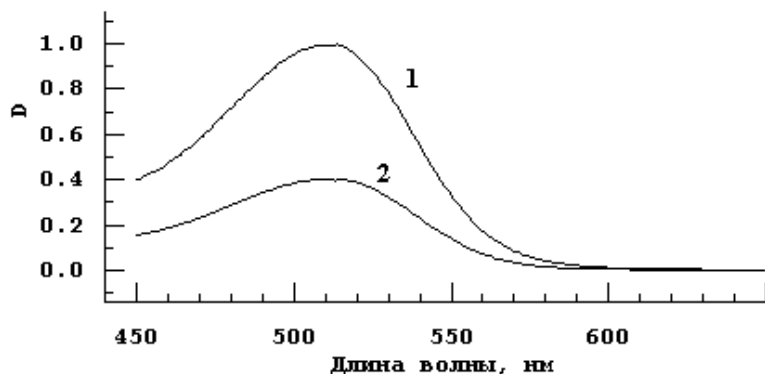


Рис. 1. Спектры экстрактов плодов жимолости синеплодной, выращенных в Подмоскovie (1) и в Белгороде (2)

Не было принципиальных различий и в качественном антоциановом составе, определенным методом ВЭЖХ: во всех случаях в полном соответствии с литературными данными [9], в экстракте обнаруживаются: основной компонент – цианидин-3-глюкозид (пик №2); в меньших количествах - цианидин-3-рутинозид (пик №4) и цианидин-3,5-диглюкозид (пик №1), наконец, детектируются и некоторые минорные компоненты – 3-глюкозиды пеларгонидина (пик №5) и пеонидина (пик №6), рис. 2.

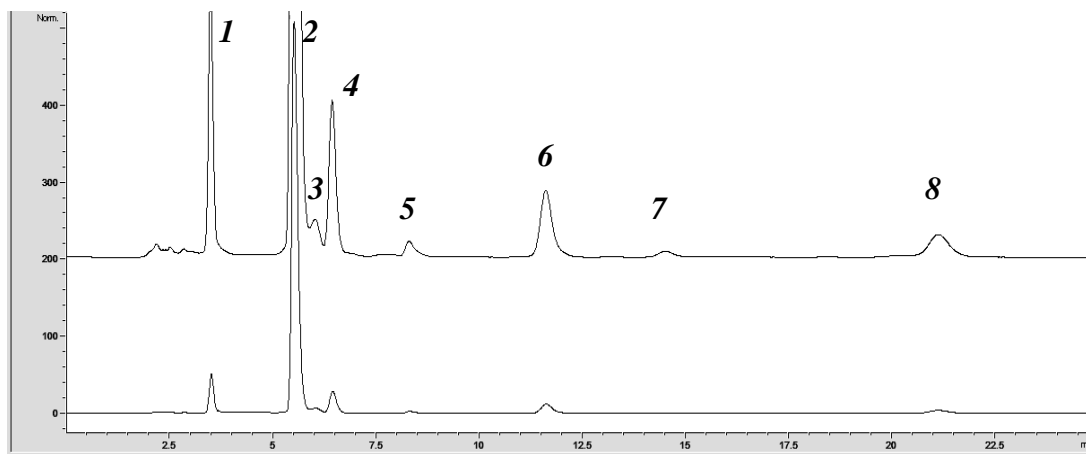


Рис. 2. Разделение антоцианов экстракта *Lonicera caerulea* L.

В дополнение к этим пикам в минорных количествах найдены пеонидин-3,5-диглюкозид (пик №3), пеонидин-3-рутинозид (пик №7) и еще один компонент неустановленного строения со спектральными параметрами цианидина или пеонидина.

Для идентификации соединений использовали совпадение времен удерживания пиков с компонентами экстрактов плодов черной смородины (содержавшего среди прочих антоцианов цианидин-3-глюкозид и цианидин-3-рутинозид), плодов винограда (содержавшего среди прочих антоцианов цианидин-3-глюкозид и пеонидин-3-глюкозид), барбариса (содержавшего в качестве основного вещества пеларгонидин-3-глюкозид) и лепестков цветков розы (содержавшего в качестве основного вещества цианидин-3,5-диглюкозид), состав которых был определен спектральными исследованиями в видимой области электромагнитного света (рис. 3) и масс-спектрометрическим (ESMS) изучением соответствующих пиков.

Особо можно обратить внимание на то, что спектр цианидин-3,5-диглюкозида отличается от спектра цианидин-3-глюкозида не только гипсохромным смещением максимума абсорбции на 2 нм, но и исчезновением полосы в районе 420 ÷ 460 нм. Добавление второго углеводного радикала в каркас уже существующего в положении 3 глюкозидного радикала приводит, наоборот, к батохромному смещению максимума абсорбции на те же 2 нм, но указанная полоса при этом не исчезает. В научной литературе на этот момент особого внимания не обращали, что не удивительно, поскольку обычно используемый градиентный режим элюирования в современных работах нивелирует такие различия вследствие влияния концентрации органических растворителей и на положение полос абсорбции, и на коэффициенты экстинкции.

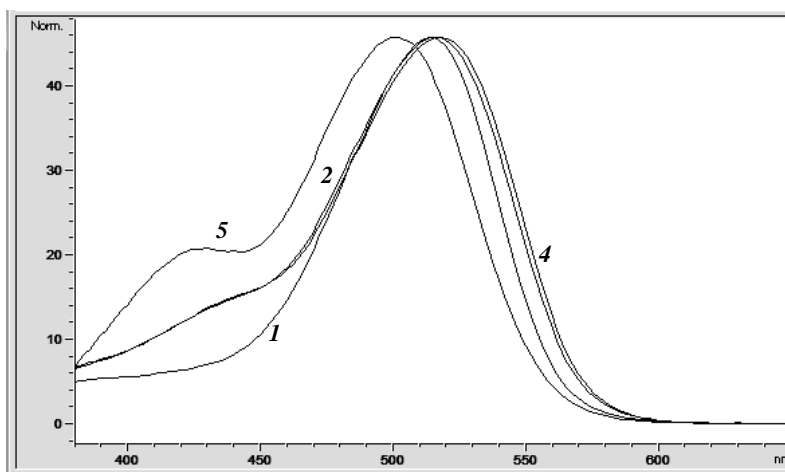


Рис. 3. Спектры некоторых производных цианидина
Цифры – номера пиков на рис.2: 1 – 3,5-диглюкозид; 2 – 3-глюкозид, 3 – 3-рамнозилглюкозид (3-рутинозид) цианидина и 5 – пеларгонидин-3-глюкозид

Поскольку антоцианы относятся к важнейшим антиоксидантам, то изменение их уровня накопления может сказаться и на этом важнейшем для потребителя показателе. Поэтому в настоящей работе были сопоставлены и антиоксидантные свойства плодов жимолости (точнее ее экстрактов) с использованием прибора «Цвет-Яуза-01». Вольтамперометрический метод, использованный при создании прибора [9], позволяет определять емкостной параметр [10] антиоксиданта, который может быть выражен в эквивалентной массовой доле аскорбиновой кислоты. Такое отнесение, как и пересчет на TROLOX (на 6-гидрокси-2,5,7,8-тетраметилхроман-2-карбоновую кислоту), или галловую кислоту [11], на самом деле не совсем конкретно, - емкостной параметр точнее выражать в числе моль электронов, которые может отдать рассматриваемый антиоксидант по реакции с рассматриваемым окислителем.

В настоящей работе антиоксидантную активность плодов жимолости определяли относительно витамина С (аскорбиновой кислоты), которая при окислении отдает только два электрона, превращаясь в неактивную для дальнейших превращений дегидроаскорбиновую кислоту, что позволило использовать это вещество для расчета параметров антиоксидантной активности жимолости. Для экстракции антиоксидантов навеску плода жимолости экстрагировали 0.1 М водным раствором соляной кислоты и затем перед измерением разбавляли в 0,0022 М растворе ортофосфорной кислоты.

В результате проведенных исследований было установлено, что емкостная антиоксидантная активность жимолости голубой, привезенной из Москвы, составила 13.1 ± 1.5 ммоль электронов на 100 г плодов и для плодов, выращенных в Белгороде, была примерно вдвое ниже – 6.3 ± 0.8 (ммоль электронов на 100 г), что соответствует антиоксидантной активности в более привычном выражении – 1150 и 550 г аскорбиновой кислоты на 100 г плодов, соответственно. Этот уровень согласуется с данными, полученными для плодов жимолости, выращенной в Чехии, с использованием дифе-

нилпикрилгидразила [2] и с рядом других. Отметим, что по антиоксидантной активности плоды жимолости голубой сопоставимы с такими популярными плодами, как голубика, ежевика и черная смородина [12].

Выводы

Таким образом, плоды, привезенные из Подмосковья, оказались примерно вдвое более богатыми источниками антоцианов и, судя по также вдвое более высокой емкостной антиоксидантной активности, других антиоксидантов. Это может отражать более подходящие климатические условия для выращивания жимолости синеплодной в условиях Подмосковья и позволяет внести плоды жимолости в список наиболее богатых антоцианами растительных источников.

Список литературы

1. Гладкова В.Н. Семейство жимолостные (*Caprifoliaceae*) / Жизнь растений в шести томах. Под ред. акад. А.Л. Тахтаджана, М.: Просвещение, 1981. – С. 375.
2. Rop O., Řezníček V., Mlček J., Juríková T., Balík J., Sochor J., Kramářová D. Antioxidant and radical oxygen species scavenging activities of 12 cultivars of blue honeysuckle fruit // Hort. Sci. (Prague). – 2011. – V.38. – P. 63–70.
3. Encyclopedia of fruit and nuts. Ed. J. Janick and R.E. Paull. CAB International 2008. – P. 233.
4. Ochimian I., Grajkowski J., Skupien K. Yield and Chemical Composition of Blue Honeysuckle Fruit Depending on Ripening Time // Bulletin UASVM Horticulture. – 2010. – V.67. – P. 138-147.
5. Bakowska-Barczak A.M., Marianchuk M., Kolodziejczyk P. Survey of bioactive components in Western Canadian berries // Can. J. Physiol. Pharmacol. – 2007. – V.85. – P. 1139-1152.
6. Chaovanalikit A. Anthocyanins, total phenolics, and antioxidant capacity of bluehoneysuckles. In Abstracts of The 30th Congress on Science and Technology of Thailand, 19-21 October 2004. Impact Exhibition and Convention Center, Muang Thang Thani, Bangkok, Thailand. http://www.scisoc.or.th/stt/30/sec_c/paper/stt30_Co213.pdf
7. Боярских И.Г., Юшкова Ю.В., Черняк Е.И., Морозов С.В. Содержание биологически активных фенольных соединений в плодах *Lonicera caerulea* L. различного происхождения в условиях лесостепи Приобья // Вестник Алтайского гос. аграрн. университета. – 2011. - №3. - С. 39-45.
8. Giusti M.M, Ronald E. Wrolstad R.E. Characterization and Measurement of Anthocyanins by UV-Visible Spectroscopy // Current Protocols in Food Analytical Chemistry (2001) F1.2.1-F1.2.13.
9. Яшин А.Я. Инжекционно-проточная система с амперометрическим детектором для селективного определения антиоксидантов в пищевых продуктах и напитках // Рос. хим. ж. (Ж. Рос. хим. об-ва им. Д.И. Менделеева). – 2008. – Т.5. – С. 130-135.
10. Анисимович И.П., Дейнека В.И., Дейнека Л.А., Фролов П.А., Мясникова П.А. Параметры антиоксидантной активности соединений: относительная антиоксидантная активность чая // Научные ведомости БелГУ – 2010 - №9(80). – С. 104-111.
11. Huang D., Ou B., Prior R.L. The Chemistry behind Antioxidant Capacity Assays // J. Agric. Food Chem. – 2005. – V.53. – P. 1841-1856.
12. Chaovanalikit A., Thompson M.M., Wrolstad R.E. Characterization and Quantification of Anthocyanins and Polyphenolics in Blue Honeysuckle (*Lonicera caerulea* L.) // J. Agric. Food Chem. – 2004. – V.52. – P. 848-852.

BLUE HONEYSUCKLE – COMPARISON OF SOME FRUIT PROPERTIES GROWN IN BELGOROD AND MOSCOW

**A.N.Chulkov, S.L. Makarevitch
V.I. Deineka, L.A. Deineka,
S.A. Sazonov**

Belgorod National Research
University, 308015Belgorod,
Pobeda str. 85

e-mail: deineka@bsu.edu.ru

By means of HPLC and spectrophotometry the fruit anthocyanins accumulation in blue honeysuckle grown in Moscow region and in Belgorod were investigated. Anthocyanin content of the fruits was found to be $0,738 \pm 0,025$ and $0,422 \pm 0,034$ g per 100 g of fresh fruits respectively, this revealed a more convenient conditions for *Lonicera* development in Moscow region. The «Tzvet Yausa-1-AA» device has been explored for fruits antioxidant capacity determination; the difference between the data was also almost twofold - 13.1 ± 1.5 and 6.3 ± 0.8 mmole of \bar{e} per 100 g, respectively.

Key words: blue honeysuckle, *Lonicera caerulea* L., anthocyanins, antioxidant activity, HPLC, «Tzvet Yauza 01-AA»



УДК 543.635:634.72

БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА ПЛОДОВ *RIBES* L¹

Е.И. Шапошник
Л.А. Дейнека
В.Н. Сорокопудов
В.И. Дейнека
Ю.В. Бурменко
В.В. Картушинский
А.В. Трегубов

Белгородский государственный
национальный
исследовательский
университет

e-mail: deineka@bsu.edu.ru

Представлен обзор результатов определения ряда биологически активных веществ в плодах черной смородины сортов *R. nigrum* из коллекции Ботанического сада БелГУ. Определены основные карбоновые кислоты, уровень и динамика накопления аскорбиновой кислоты в плодах различных сортов (от 100 до 280 мг% в зависимости от сорта). Приведены сводные данные по накоплению антоцианов (от 67 до 345 мг на 100 г свежих плодов) с заметным разбросом по годам, и их качественному составу, практически однородному с четырьмя основными компонентами – дельфинидин-3-глюкозидом, дельфинидин-3-рутинозидом и аналогичными гликозидами цианидина. Определены каротиноиды плодов, причем обращено внимание на то, что в плодах *Ribes alpinum* накапливается ликопин, в смородине золотистой (*Ribes aureum*) – β-каротин. Установлено, что масло семян образовано большим набором жирных кислот, в которых содержатся две октадекатриеновые (α- и γ-линоленовые) и октадекатетраеновая (стеариновая) кислоты.

Ключевые слова: растения рода *Ribes*, органические кислоты, аскорбиновая кислота, антоцианы, каротиноиды, ВЭЖХ, спектроскопия.

Род Смородина (*Ribes* L.) принадлежит к семейству *Grossulariaceae*; род включает по разным данным от 120 до 150 видов [1-3], которые разделяют на восемь подродов, из которых наибольшее хозяйственное значение для садоводства имеют два – *Eucoreosma* (смородина черная) и *Ribesia* (смородина красная). Еще один подрод, *Symphocalyx*, объединяет виды, некоторые из которых послужили родоначальниками смородины золотистой (*Ribes aureum* Pursh). Родина смородин – умеренно теплые и субтропические регионы Северного полушария.

Самый распространенный в культуре (в том числе и в России) и широко известный вид смородины – смородина чёрная (*Ribes nigrum* L.), в селекции которой в последнее время используют и некоторые другие родственные виды – смородину американскую (*R. americanum* Milt.), смородину дикушу (*R. dikuscha* Fisch.), смородину малоцветковую (*R. pauciflorum* Turcz.) и др.

Название смородина происходит от слова «смад», указывающего на сильный специфический запах почек и листьев растения, обусловленный биосинтезом летучих веществ с антисептическим и диуретическим действием. Популярность плодов черной смородины определяется уникальным комплексом накапливающихся в них биологически активных веществ [5-7]. Медики рекомендуют употреблять ягоды смородины в свежем и переработанном виде как можно в больших количествах; научно обоснованная норма рационального питания предусматривает ежегодное потребление 4,5 кг ягод смородины [4]. Соответственно, смородина является источником получения ряда лекарственных препаратов, биологически активных добавок и функциональных продуктов питания.

По данным Е.П. Франчук [8] содержание сухих растворимых веществ в некоторые годы у отдельных сортов достигала 18-20%, в то время как у других сортов – может составлять – 12,2-12,5%. Сахара представлены в основном глюкозой, фруктозой и сахарозой и определяют пищевую ценность плодов.

¹ Работа выполнена в рамках реализации и при финансовой поддержке Федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 гг., госконтракт № П508 от 14.05.2010 «Разработка технологии изостатического прессования продуктов растительного происхождения».

Кислотность плодов черной смородины находится в пределах 2,1–3,2%, в северных районах выращивания культуры кислотность может подниматься до 3,9–5,4%, в южных – снижаться до 1,5–2,0% [9]. Накопление кислот в плодах смородины зависит от стадии зрелости. Зеленые плоды содержат щавелевую, яблочную и лимонную кислоты, при этом преобладает щавелевая [10]. В бурых плодах содержание изменяется, и преобладают яблочная и лимонная кислоты. В спелых плодах щавелевая кислота исчезает или остаются ее следы, уменьшается количество яблочной кислоты, иногда до следов, преобладающей становится лимонная кислота, достигая 98-100% от общего количества кислот [11].

Антоцианы – конечные вещества в цепи метаболизма фенолпропаноидных соединений в растениях. Различия в видовом составе антоцианов зависят от биосинтеза и активности ряда ферментов, начиная со стадий метаболизма дигидрокемпферола (рис. 1).

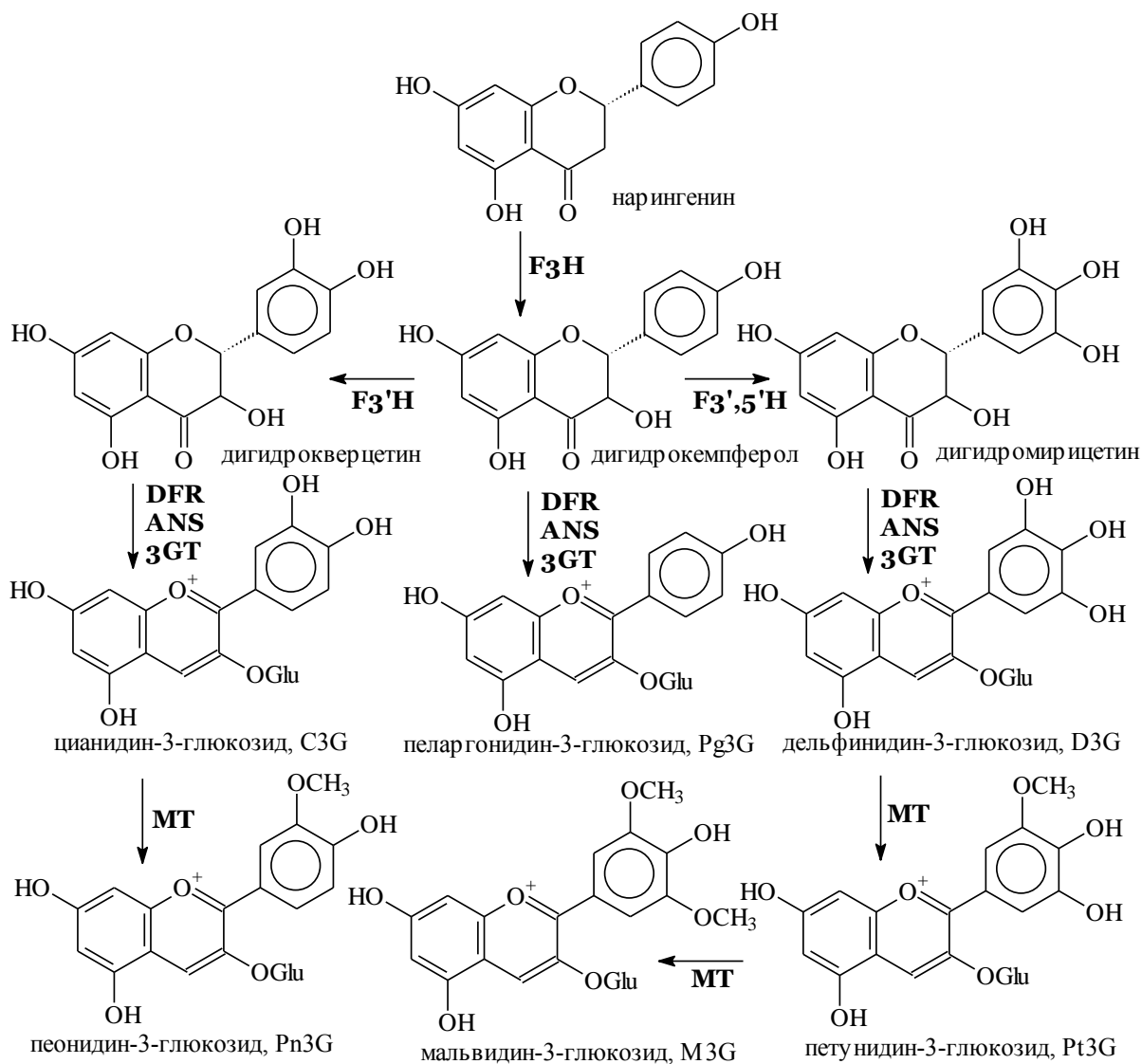


Рис. 1. Схема биосинтеза антоцианов

Если дигидрокемпферол синтезируется из нарингенина под действием флаванон-3-гидроксилазы (F3H) во всех растениях, накапливающих антоцианы, то образование дигидрокемпферетина и дигидромирицитина возможно только при синтезе в рас-



смаатриваемом объекте ферментов, позволяющих вводить ОН-группы в кольцо В флавоноидного каркаса (ферменты F3'H и F3'5'H). Эти три дигидрофлаванолола при последовательном действии дигидрофлаванол-4-редуктазы (DFR), антоцианидин-синтазы (ANS) и 3-гликозилтрансферазы (3GT) образуют антоцианы – пеларгонидин, цианидин и дельфинидин соответственно [12]. В свою очередь 3-гликозиды цианидина и дельфинидина могут под действием метилтрансферазы (MT) трансформироваться до производных пеонидина (цианидиновый ряд), петунидина и мальвидина (дельфинидиновый ряд). В дальнейшем разнообразие антоцианов будет определяться действием ферментов, переносящих углеводные радикалы, например, рамнозил-6"-трансферазы, превращающей 3-глюкозиды в 3-рутинозиды вне зависимости от строения агликона.

В различных литературных источниках приводятся следующие данные по содержанию антоцианов в плодах черной смородины: 270 мг/100 г свежих ягод [13], 83-199 мг/100 г для 17 сортов различного происхождения [14], порядка 300 мг/100 г найдено при выращивании в условиях Финляндии [15]. Это заметно больше, чем для плодов красной смородины (23-127 мг%) [16].

Синтез каротиноидов происходит в хлоропластах высших растений [17]. В клетках растений каротиноиды локализованы в пластидах в виде глобул, кристаллов или белково-каротиноидных комплексов, входящих в структуру мембран. Следует учитывать, что каротиноиды в чистом виде характеризуются высокой лабильностью – они весьма чувствительны к воздействию солнечного света, кислорода воздуха, нагреванию, воздействию кислот и щелочей. Под воздействием этих неблагоприятных факторов они подвергаются окислению и разрушению. В то же время, входя в состав различных комплексов (например, протеиновых), они проявляют намного большую стабильность [18]. Литературные данные по содержанию каротиноидов в ягодах смородины практически отсутствуют.

Изучение триглицеридного состава масел растений востребовано в хемосистематике растений [19], так как жирнокислотный состав масел семян порой заметно изменяется при переходе от одного вида растений к другому для данного семейства. Особенно это касается необычных специфических полиненасыщенных жирных кислот, анализ которых успешно применяют к растениям для классификации по биохимическим признакам. Масло семян черной смородины – одно из масел растений, содержащее ω -3 полиненасыщенные жирные кислоты в больших количествах (15,0% по массе) [20]. По данным других исследователей [21], полное содержание липидов в семенах плодов растений рода *Ribes* по массе составляет до 30,5%. При этом масло семян черной смородины содержит до 19% γ -линоленовой кислоты, таким образом, являясь одним из наиболее богатых ее источников.

Так как содержание биологически активных веществ сильно зависит от места произрастания и сортовой принадлежности, представляется интересным их определение в растениях, выращенных в Белгородской области.

Материалы и методы исследования

Под наблюдением находилось 38 сортов *R. nigrum*, высаженных на участке коллекционного изучения в ботаническом саду БелГУ. Коллекция представлена сортами отечественной селекции, интродуцированными из различных эколого-географических зон страны.

Количественное и качественное определение биологически активных веществ проводили в жидких экстрактах с использованием методов титриметрии, спектрофотометрии и обращенно-фазовой высокоэффективной жидкостной хроматографии (ОФ ВЭЖХ). Очистка биологически активных веществ проводилась методом флэш-хроматографии в нормально-фазовом и обращенно-фазовом вариантах на концентрирующих патронах ДИАПАК. Спектры в УФ и видимой области электромагнитного спектра записывали на приборе КФК-3-01.

Экстракты антоцианов получали несколько кратным настаиванием свежесобранных плодов в 0.1 М водном растворе соляной кислоты до обесцвечивания исходного материала [22]. Для экстракции каротиноидов навеску свежесобранных плодов тщательно растирали фарфоровым пестиком в фарфоровой ступке под слоем ацетона – порциями по 3 - 5 мл до обесцвечивания экстракта. Экстракт переносили в мерную посуду, объем в которой до метки доводили ацетоном и перед определением каротиноидов раствор профильтровывали через фильтрующую насадку на шприц с порами 0.4 мкм. При необходимости раствор разбавляли или концентрировали с использованием вакуумного ротационного испарителя. Все операции с каротиноидами проводили вне доступа прямого солнечного света.

Для экстракции триглицеридов, семена извлекали из спелых плодов растений и высушивали при естественных условиях, измельчали на кофемолке и экстрагировали так же как и каротиноиды.

Хроматографические исследования проводили на хроматографе, составленном из насосов «Altex 110А» или «Beckman 110В», крана дозатора Rheodyne 7125 с петлей объемом 20 мкл при спектрофотометрическом детектировании с использованием детекторов: спектрофотометрического – «Nicolet LC/9563» или рефрактометрического R401 Waters Millipore. Для разделения веществ использовали хроматографические колонки: 250×4,0 мм, Диасфер-110-С18, 5 мкм («БиоХимМак», Россия); 250×4,0 мм, Reprosil-Pur C18-AQ, 5 (Др. Майш); 250×4,6 мм, Кромасил С18. Для регистрации и обработки хроматограмм использовали программный продукт «МультиХром 1,5» (Ampersand ltd).

Для приготовления подвижных фаз использовали растворители: ацетон (ч.д.а. ЗАО «Экос-1»), ацетонитрил (о.с.ч. УФ-205, ООО «ХромРесурс»), муравьиную кислоту (х.ч.), ортофосфорную кислоту (х.ч.). Все измерения с использованием метода ВЭЖХ в данной работе проводили в изократическом режиме, т.е. при постоянстве состава элюата по концентрации кислоты и органического модификатора.

Результаты исследования и их обсуждение

Кислоты

Типичная хроматограмма гидрофильных компонентов экстракта плодов черной смородины представлена на рис 2. Из нее следует, что в зрелых плодах *R. nigrum* независимо от сорта в условиях Белгорода основную часть кислот составляют лимонная, яблочная и аскорбиновая кислоты. Это в целом согласуется с данными, представленными Н.М. Осокиной [23], где основными выявлены лимонная, яблочная и янтарная.

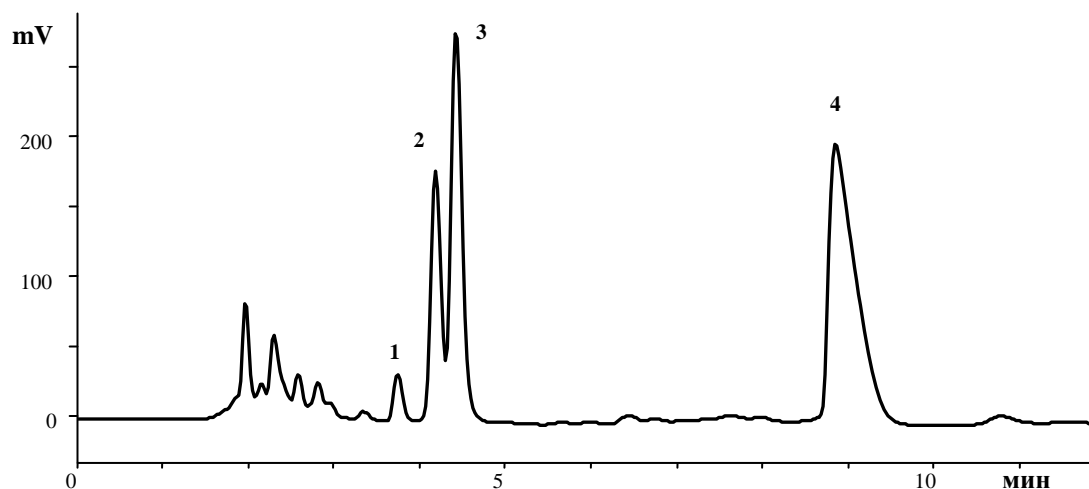


Рис. 2. Разделение кислот плодов *R. nigrum* L.

1 - яблочная кислота, 2 – не идентифицирован, 3 – аскорбиновая кислота, 4 – лимонная кислота



Содержание кислот в плодах *R. nigrum* (титруемая кислотность), в зависимости от сорта, колебалось в пределах – 1,59-2,91%, при среднем содержании кислот в ягодах черной смородины – 2,23%, что очень близко к результатам, полученным в условиях Умани [23], сходных по агроклиматическим особенностям с Белогорьем. Отметим, что трехосновность основной карбоновой кислоты плодов легко устанавливалась по титрованию экстракта плодов с двумя типами электродов – кондуктометрическим и потенциометрическими.

По данным J.G. Vordonaba и L.A. Terry [24] в условиях Великобритании в плодах черной смородины лимонная кислота составляет от 40,2 до 81,5% от общей кислотности в зависимости от сорта, а аскорбиновая – от 2,6 до 7,4%. Содержание аскорбиновой кислоты (витамина С) в плодах различных сортов *R. nigrum* (представителя подрода *Eucoresma*) значительно варьировало и составляло от 79 до 312 мг% (табл. 1).

Таблица 1

Содержание аскорбиновой кислоты в плодах различных сортов *R. nigrum*

Название сорта	Содержание аскорбиновой кислоты, мг%	Название сорта	Содержание аскорбиновой кислоты, мг%
Орловия	129,0±22,7	Шалуinya	123,6±23,9
Ершистая	117,8±5,4	Орловский Вальс	281,0±32,8
Лентяй	133,6±6,4	Светлолистная	211,6±23,5
Рясная	168,9±17,0	Июньская Кондрашовой	225,5±21,5
6-26-70	109,9±12,8	Экзотика	148,0±11,8
6-21-103	100,3±11,3	Муравушка	156,9±18,8
Зуша	167,4±14,9	Гамма	264,8±21,2
Бычковская	215,7±21,6	Гулливер	117,3±11,7
Шалуinya	123,6±23,9	Нара	142,0±9,4
6-10-42	133,9±10,7	Изюмная	168,1±13,4
Грация	226,7±13,6	Добрыня	161,3±13,8
Надина	161,6±8,1	Селеченская	131,7±9,9
Тамерлан	142,9±12,9	Талисман	112,6±10,0
Отечественная	175,0±19,2	Зеленая Дымка	151,2±11,9
Журавушка	210,4±16,8	Татьянин день	253,7±21,1
Дачница	145,9±19,7	Бинар	179,0±14,3
Констанция	129,3±13,0	Элевеста	148,9±11,6
Перун	166,0±13,3	Белорусская сладкая	167,7±20,8
Чаровница	234,2±18,7	Черный Жемчуг	214,4±12,3
Среднее содержание аскорбиновой кислоты, мг%, 183,2±27,9			

Накопление витамина С зависело как от происхождения (сила влияния составила 51%) и особенностей сорта (изменчивость внутри сорта – 8%), так и от стадии спелости плодов (коэффициент вариации порядка 27 – 36%) (рис. 3).

Самое высокое содержание аскорбиновой кислоты наблюдается в зеленых и бурых (недозрелых) ягодах, самое низкое – в перезрелых ягодах, которые содержали на 30% меньше аскорбиновой кислоты, чем черные ягоды [25].

Антоцианы

В ягодах смородины черной содержатся в значительных количествах и другие биологически активные вещества – антоцианы. Качественно хроматографический профиль антоцианового комплекса всех исследованных в настоящей работе плодов *R. nigrum* оказался практически неизменным, как и во всех известных нам опубликованных работах. При этом не изменялся и порядок элюирования основных компонентов, несмотря на то, что использовались различные стационарные обращенные фазы и различные элюенты: дельфинидин-3-глюкозид (D3G) – дельфинидин-3-рутинозид (D3R) – цианидин-3-глюкозид (C3G) – цианидин-3-рутинозид (C3R). На рис. 4 представлены хроматограммы четырех сортов черной смородины из коллекции ботанического сада БелГУ.

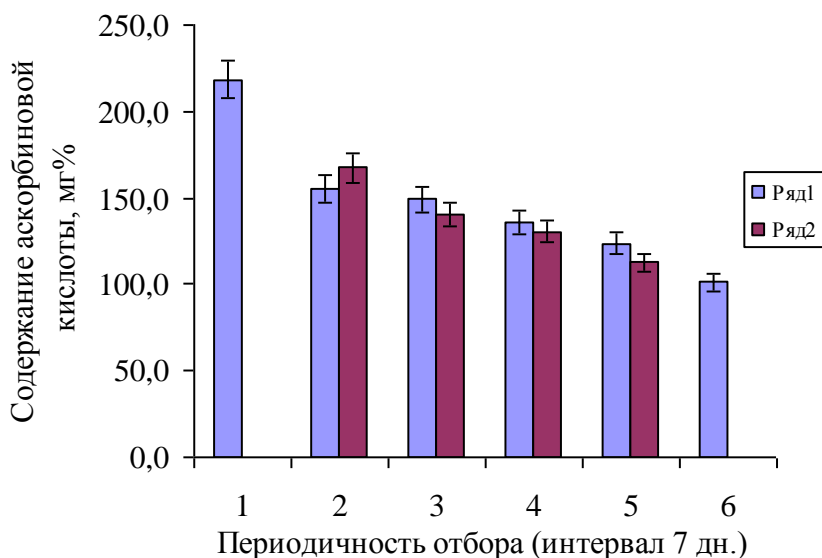


Рис. 3. Диаграмма изменения содержания аскорбиновой кислоты в плодах сортов *R. nigrum* по мере созревания: Ряд 1 – Черный Жемчуг; Ряд 2 – Зуша.

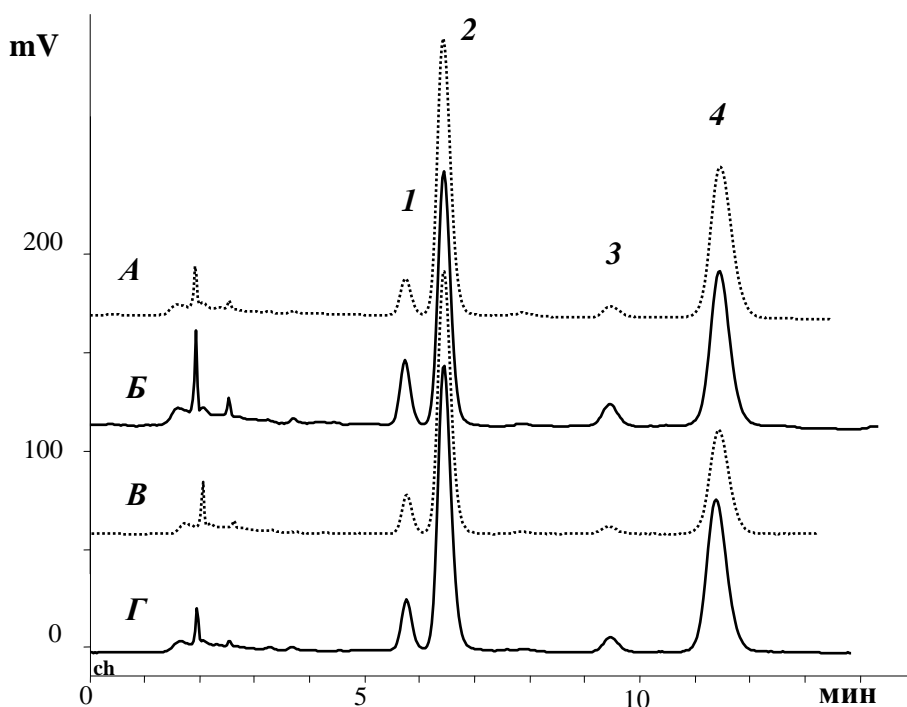


Рис. 4. Разделение антоцианов плодов черной смородины различных сортов: А - Орловия; Б – Бинар; В - Орловский Вальс; Г – Зуша; 1 – D3G; 2 – D3R; 3 – С3G; 4 – С3R.

Для большей части растений *R. nigrum* характерно преобладание пигментов дельфинидинового, и только у сорта Июньская Кондрашовой – цианидинового ряда (табл. 2).

Максимальный уровень накопления антоцианов в плодах *R. nigrum* исследованных сортов заметно выше, чем в сортах селекции британских садоводов [24] и сортов выращенных в Латвии [26], но уступает показателям, достигнутым литовскими [25] и финскими [15] специалистами. Это является следствием влиянием абиотических факторов на растения *R. nigrum*, поскольку в разные годы при различных погодных условиях выращивания этой культуры в Белгороде нами получены различные ре-



зультаты 155 – 240 мг на 100 г свежих плодов. Для плодов *R. nigrum ssp. sibiricum* в условиях Белгородской области обнаружено 120-160 мг на 100 г свежих ягод.

Таблица 2

**Антоциановый состав плодов различных сортов *R. nigrum*
Ботанического сада БелГУ**

Сорт	Доля антоцианов*, моль %				Сумма антоцианов**, мг/100 г				
	D3G	D3R	C3G	C3R	2005	2006	2007	2008	среднее
Надина	4,8	62,8	2,4	30,0	163	245	256	325	247 ± 76
Дачница	5,0	67,3	2,6	25,1	102	92	131	194	130 ± 64
Селеченская	7,7	54,0	5,5	32,8	194	126	143	159	156 ± 38
Бинар	9,7	49,2	6,1	35,0	196	139	142	155	158 ± 34
Черный Жемчуг	11,8	58,9	6,5	22,8	145	215	197	234	198 ± 36
Белорусская Сладкая	10,0	66,3	2,6	21,1	206	242	184	252	221 ± 31
Грация	5,5	63,7	2,4	28,4	188	252	259	345	261 ± 84
Орловия	6,6	62,8	3,3	27,3	128	118	298	292	209 ± 89
Муравушка	5,9	60,1	4,7	29,3	97	58	145	164	116 ± 29
Нара	9,9	50,0	7,6	32,5	176	270	235	311	248 ± 62
Июньская Кондрашовой	9,9	31,8	11,1	46,2	184	214	199	252	212 ± 40
Гулливёр	7,7	47,8	3,9	40,6	91	77	120	168	114 ± 52
Светлолистная	9,6	62,1	4,4	23,9	118	183	133	204	160 ± 44
Талисман	8,2	54,9	7,7	29,2	180	183	197	201	190 ± 11
Журавушка	12,9	57,9	4,1	25,1	157	142	175	219	173 ± 46
Отечественная	10,1	50,1	4,8	34,7	68	67	92	76	76 ± 16
Элевеста	9,8	59,5	4,1	26,6	147	249	208	306	228 ± 58

* - по площади пиков на хроматограмме; ** - в пересчете на цианидин-3-глюкозид.

Синтез антоцианов в плодах начинается в середине-конце июня, визуально сопровождаясь переходом окраски плодов из зеленой в бурю и далее в черную. Содержание антоцианов стабильно растет до середины-конца июля, а затем идет снижение при продолжающемся наборе массы; это говорит о том, что процесс синтеза антоцианов в плодах на определенном этапе прекращается рис.5.

Эти данные можно использовать при заготовке плодов черной смородины как антоцианового сырья.

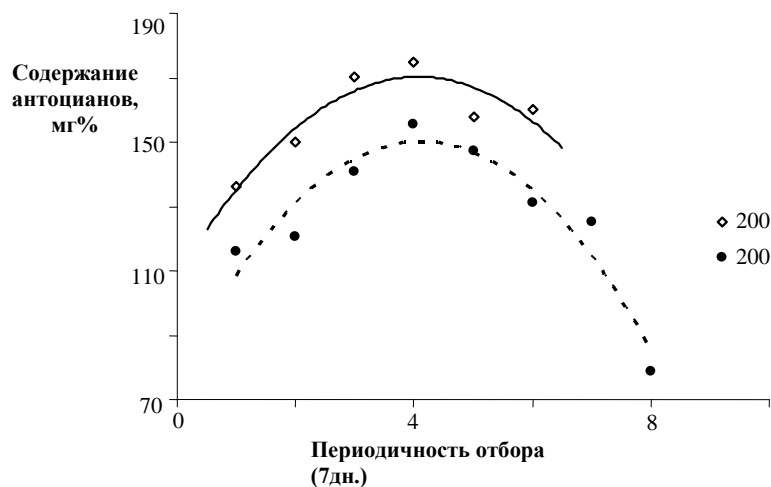


Рис. 5. Динамика накопления антоцианов в плодах *R. Nigrum* 2007-2008 гг. (сорт Экзотика)

Каротиноиды

В ягодах и коже черной смородины обнаружены и каротиноиды, содержание этих биологически активных веществ значительно ниже, чем содержание антоцианов.

Проведенные нами исследования ацетоновых экстрактов плодов *R. aureum* методом ВЭЖХ позволили установить, что каротиноидный комплекс плодов смородины золотистой представлен в основном β-каротином, а смородины альпийской – ликопином (рис. 6).

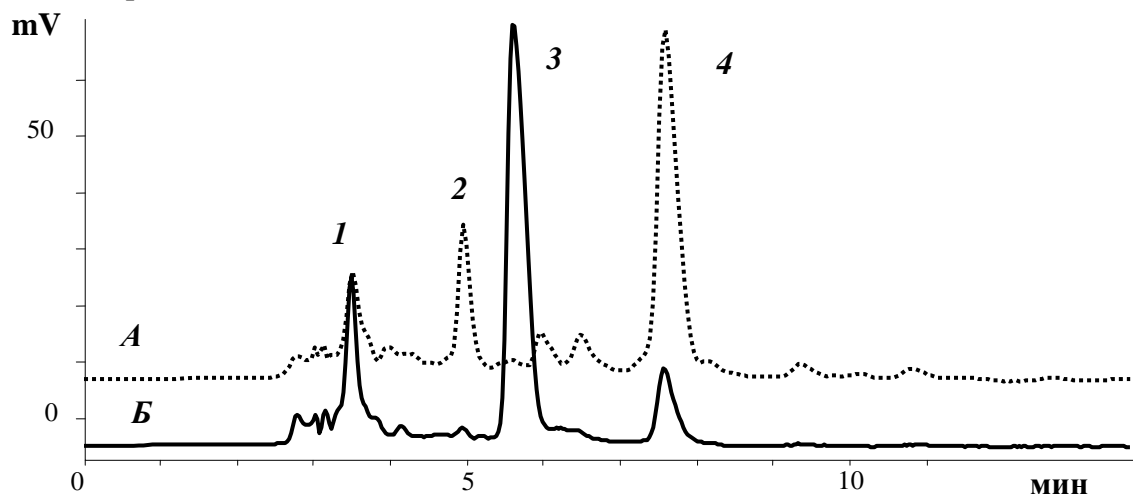


Рис. 6. Хроматограмма разделения каротиноидов плодов

A - *R. aureum* Pursh.; B - *R. alpinum* L.; 1 – дигидроксипроизводные; 2 – β-криптоксантин; 3 – ликопин; 4 – β-каротин

При этом общее содержание каротиноидов (в пересчете на β-каротин) у разных форм составляло от 8 до 19 мг% и максимальное содержание этих биологически активных веществ характерно для наиболее темноокрашенных форм. По данным Л.С. Санкина [27] смородина золотистая в условиях Алтая содержит от 5 до 12 мг% каротиноидов.

Необходимо отметить, что извлечение пигментов отдельно из кожицы и отдельно из мякоти позволило установить, что концентрирование каротиноидов происходит в кожице, где их содержание превосходит общее более чем в 4 раза.

Не только мякоть и кожица плодов накапливают каротиноиды, эти биологически активные вещества обнаружены и в составе семян смородин. Основным компонентом пигментов семян всех изученных видов рода *Ribes* является β-каротин.

Количественное определение суммы каротиноидов в семенах в пересчете на β-каротин, выявило, что для *R. nigrum* содержание пигментов составило 1,3 мг%, для *R. aureum* различных форм значения достигали 3,7 – 7,6 мг% (в пересчете на β-каротин), для *R. alpinum* обнаружено 3,3 – 4,4 мг% (в пересчете на ликопин), а для представителей подрода *Ribesia* накопление каротиноидов 0,5 – 2,0 мг%.

Масла семян

Главной ценностью семян смородины является уникальное масло. Масла всех исследованных семян растений рода *Ribes* оказались довольно близкими по составу: они относятся к высыхающим, т.е. содержат большое количество триеновых (суммы α- и γ-линоленовых) кислот. Триглицериды этих масел практически не содержат радикалов жирных кислот C₈-C₁₄ и C₂₂, и представлены различными комбинациями радикалов пальмитиновой (C₁₆) и C₁₈-кислот с различным числом двойных связей, но большой набор этих кислот определяет многокомпонентность триглицеридного комплекса и проблемы с разделением комплекса на индивидуальные составляющие. В данном случае намного более продуктивно использование тандема последовательно соединенных хроматографических колонок (рис. 7).

Судя по параметрам удерживания триглицеридов на хроматограмме, масло семян растений рода *Ribes* (*R. nigrum* и *R. alpinum*), содержит триглицериды, образованные с участием не только α - и γ -линоленовых кислот (11-16% от общей массы жирных кислот), но тетраеновую - стеаридоновую (кислоту (3-6% от общей массы жирных кислот), что соответствует литературным данным [28,29]. Сообщение об участии в образовании триглицеридов паринаровой кислоты [11] ошибочно, поскольку эта октадекатетраеновая кислота с сопряженными двойными связями (обнаружена в масле семян бальзамина) имеет характеристический электронно-колебательный спектр в УФ-области (около 300 нм), в то время как масло семян смородин практически прозрачно для УФ лучей с длиной волны выше 210 нм.

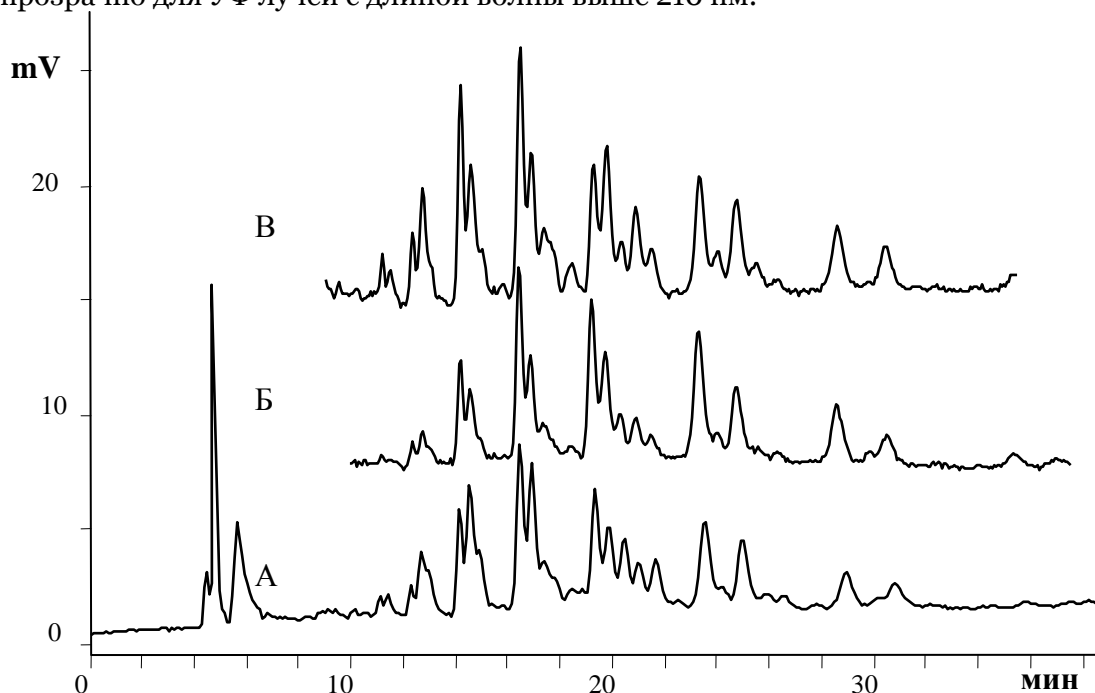


Рис. 7. Разделение триглицеридов масел семян растений *R. nigrum*, (А), *R. alpinum* (Б), *Grossularia reclinata* (В)

Таким образом, плоды черной смородины могут считаться хорошим источником целого ряда биологически активных веществ, пригодным для комплексной переработки.

Список литературы

1. Цвелев Н.Н. Семейство Крыжовниковые (Grossulariaceae) / Жизнь растений. В шести томах. Главные редактор академик А.Л. Тахтаджян. Том пятый. Часть вторая. – М.: Просвещение, 1981. – С. 169.
2. Черепанов С.К. Сосудистые растения СССР. – Л.: Наука, 1981. – 510 с.
3. Огольцова Т.П. Селекция черной смородины – прошлое, настоящее, будущее. – Тула: Приок. кн. изд-во, 1992. – 384 с.
4. http://www.apte.ru/product/Terra-plant_ChERNAYa_SMORODINA
5. Karjalainen R., Anttonen M., Saviranta N., Hilz H., Stewart D., McDougall G.J., Mattila P., Törrönene R. A Review on Bioactive Compounds in Black Currants (*Ribes nigrum* L.) and Their Potential Health-Promoting Properties // Acta horticulturae. – 2009. – N.839. – P. 301-307.
6. Салькова В.С., Санкин Л.С. Селекция отдаленных гибридов смородины черной на улучшение биохимического состава ягод в условиях Сибири // Современное садоводство. – 2010. – №1. – С. 13-16.
7. Макаркина М.А., Янчук Т.В. Характеристики сортов смородины черной по содержанию сахаров и органических кислот // Современное садоводство. – 2010. – № 2. – С. 9-12.
8. Франчук Е.П. Биохимическая характеристика некоторых новых сортов черной смородины // Академия наук СССР. Биохимия плодов и овощей. – 1961. – Сб.6. – С.153-164.

9. Аристова Н.Н., Жилиякова Т.А., Лутков И.П. Определение органических кислот в сусле и вине // *Хранение и переработка сельхозсырья*. – 1999. – №9. – С. 64–67.
10. Чепурко В.К. Изменение химического состава и товарных свойств ягод черной смородины под влиянием внекорневой подкормки микроэлементами: Автореф. дис. канд. техн. наук: 05.18.15 / Моск. ин-т нар. хоз-ва. М., 1971. – 26с.
11. Долинина Е.Е. Оценка видов и сортов смородины на содержание незаменимых линоленовых кислот // *Вестник РАСХН*. – 2003. – №2. – С. 37–39.
12. Jaakola L., Maata K., Pirtilla A.M., Torronen R., Karenlampi S., Hohtola A. Expression of Genes Involved in Anthocyanin Biosynthesis in Relation to Anthocyanin, Proanthocyanidin, and Flavonol Levels during Bilberry Fruit Development // *Plant Physiology*. – 2002. – V. 130. – P. 729–739.
13. Antal D.-S., Gârban G., Gârban Z. The anthocyanins: biologically-active substances of food and pharmaceutical interest // *The Annals of the University Dunarea de Jos of Galati Fascicle VI – Food Technology*. – 2003. – P. 106–115.
14. Bordonaba J.G., Terry L.A. Biochemical Profiling and Chemometric Analysis of Seventeen UK-Grown Black Currant Cultivars // *J. Agric. Food Chem.* – 2008. – V.56. – P. 7422–7430.
15. Maatta K., Kamal-Eldin A., Törrönen R. Phenolic compounds in berries of black, red, green, and white currants (*Ribes* sp.) // *Antiox. Redox Signal.* – 2001. – V. 3 (6). – P. 981–993.
16. Упадышев М.Т. Роль фенольных соединений в процессах жизнедеятельности садовых растений. – М.: Изд. дом «МСП», 2008. – 320 с.
17. Takashi S., Furihata K., Ishitsu J., Shimada K. Carotenoids sulphates from the aerobic photosynthetic bacterium *Erythrobacter* logus // *Phytochemistry*. – 1991. – V. 30. – P. 3411–3415.
18. Владимиров В.Л., Шапошников А.А., Дейнека Д.В., Вострикова С.И., Дейнека В.И. Исследование каротиноидного состава желтка куриных яиц // *Доклады РАСХН*. – 2005. – № 6. – С. 46–48.
19. Velasco L., Goffman F.D. Chemosystematic significance of fatty acids and tocopherols in Boraginaceae // *Phytochem.* – 1999. – V. 52. – P. 244–345.
20. Vecera R., Skottová N., Vána P., Kazdová L., Chmela Z., Svagera Z., Walterá D., Ulrichová J., Simánek V. Antioxidant status, lipoprotein profile and liver lipids in rats fed on high-cholesterol diet containing currant oil rich in n-3 and n-6 polyunsaturated fatty acids // *Physiol Res.* – 2003. – V. 52 (2). – P. 177–187.
21. Traitler H., Winter H., Richli U., Ingenbleek Y. Characterization of gamma-linolenic acid in *Ribes* seed // *Lipids*. – 1984. – V. 19(12). – P. 923–928.
22. Дейнека В.И., Григорьев А.М., Дейнека Л.А., Шапошник Е.И., Староверов В.М. Исследование антоцианов черники в плодах и препаратах на ее основе методом ВЭЖХ // *Заводская лаборатория. Диагностика материалов*. – 2006. – Т. 72. №3. – С. 16–20.
23. Осокіна Н.М. Формування вмісту та складу органічних кислот у плодах чорної смородини // *Наукові доповіді НАУ*. – 2007. – №1(6). – С. 8–14.
24. Bordonaba J.G., Terry L.A. Biochemical Profiling and Chemometric Analysis of Seventeen UK-Grown Black Currant Cultivars // *J. Agric. Food Chem.* – 2008. – V.56. – P. 7422–7430.
25. Rubinskiene M., Viskelis P., Jasutiene I., Duchovskis P., Bobinas C. Changes in biologically active constituents during ripening in black currants // *J. Fruit Ornament. Plant Res.* – 2006. – V. 14. – P. 237–246.
26. Kampuss K., Strautina S. Evaluation of blackcurrant genetic resources for sustainable production // *J. Fruit Ornament. Plant Res.* – 2004. – V. 12. – P. 147–158.
27. Санкин Л.С., Салькова В.С. Селекция смородины золотистой в Сибири // *Состояние и перспективы развития сибирского садоводства: материалы науч.-практ. конф., посвященной 110-летию со дня рождения М.А. Лисавенко*. – Барнаул, 2007. – С. 294–300.
28. Barre D.E. Potential of evening primrose, borage, black currant, and fungal oil in human health // *Ann. Nutr. Metab.* – 2001. – V.45. – P. 47–57.
29. Vecera R., Skottová N., Vána P., Kazdová L., Chmela Z., Svagera Z., Walterá D., Ulrichová J., Simánek V. Antioxidant status, lipoprotein profile and liver lipids in rats fed on high-cholesterol diet containing currant oil rich in n-3 and n-6 polyunsaturated fatty acids // *Physiol Res.* – 2003. – V. 52 (2). – P. 177–187.



BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES OF *RIBES L.* FRUITS

E.I. Shaposhnik
L.A. Deineka
V.N. Sorokopudov
V.I. Deineka
J.V. Burmenko
V.V. Kartushinskiy
A.V. Tregubov

*Belgorod State National
Research University*

e-mail: deineka@bsu.edu.ru

A review of some biologically active compounds in fruits of black currants of BSU Botanical garden collection is presented. The main fruits carboxylic acids were citric, ascorbic and malic. Ascorbic acid accumulation as well as the dynamics belongs upon the varieties ranging from 100 to 280 mg%. The anthocyanin accumulation level varied from 65 to 345 mg per 100 g of fresh fruits between varieties and years of harvesting the four main components being the main for the all samples under investigation –delphinidin-3-glucoside, delphinidin-3-rutinoside, cyanidin-3-glucoside and cyanidin-3-rutinoside. It has been pointed out that some another *Ribes* genus accumulate high level of β -carotene (*R. aureum*) or lycopene (*R. alpinum*). The seed oil of the species was composed mainly with C18 acids, including α - and γ -linolenic as well as stearidonic acid.

Key words: *Ribes*, carboxylic acids, ascorbic acid, anthocyanins, carotenoids, seed oil, HPLC, spectrophotometry.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КИСЛОТНОСТИ НЕКОТОРЫХ ПЛОДОВ, СОКОВ И ПРОХЛАДИТЕЛЬНЫХ НАПИТКОВ

И.П. Анисимович

Р. Отман

Л.А. Дейнека

В.И. Дейнека

Л.В. Волощенко

*Белгородский государственный
национальный исследовательский
университет*

e-mail: deineka@bsu.edu.ru

В работе новая методология определения параметров кислотности (титруемой, общей и средней основности кислот) методами титриметрии с двумя электрохимическими датчиками (надежность которой подтверждена методом ВЭЖХ) применена для анализа некоторых наиболее распространенных плодов, соков и газированных напитков. Полученная информация может быть использована для определения качества продуктов и для установления в некоторых случаях фальсификации без использования труднодоступного оборудования.

Ключевые слова: титруемая и общая кислотность, соки, напитки, органические кислоты, титриметрия, потенциометрия, кондуктометрия, ВЭЖХ.

Органические карбоновые кислоты относятся к важнейшим компонентам клеток живых объектов – растительного и животного происхождения, они могут находиться как в свободном состоянии, так и в виде солей. В некоторых растениях их общее содержание превышает количество белков и углеводов [1]. Самую большую группу органических кислот составляют водорастворимые кислоты, определяющие в конечном итоге кислотность и конечного продукта переработки растительного материала.

Одной из причин наличия большого количества органических кислот в растениях является их участие в цикле Кребса, т.е. в дыхании растений и в биосинтезе различных соединений [2]. К водорастворимым карбоновым кислотам природного происхождения кроме основных кислот цикла Кребса (лимонной, изолимонной, янтарной, fumarовой и яблочной) можно отнести щавелевую кислоту (как продукт метаболизма глюкозы [3]), аскорбиновую, уксусную, шикимовую и хинную кислоты.

Органические кислоты, содержащиеся в плодах, активизируют деятельность пищеварительных желез и тем самым способствуют лучшему усвоению организмом различной пищи. Они важны при целом ряде заболеваний, сопровождающихся пониженной желудочной кислотностью. Это объясняется тем, что органические кислоты отчасти компенсируют недостаток соляной кислоты желудочного сока. В фармацевтической промышленности органические кислоты используются как антиоксиданты, консерванты и подкисляющие вещества.

Одним из самых распространенных продуктов переработки плодов и овощей являются соки. Правила проведения сертификации пищевых продуктов и продовольственного сырья, утвержденные постановлением Госстандарта России 28 апреля 1999 г. № 21, содержат таблицу «Показатели и нормы для контроля фальсификации плодовых и ягодных соков» с показателями двух групп: А — обязательные для выполнения требования к качеству и В — критерии для оценки натуральности сока и его соответствия своему наименованию. В группу А входят плотность материала, содержание летучих кислот (в пересчете на уксусную), г/л, отсутствие D-яблочной кислоты, концентрация L-аскорбиновой кислоты и др. К группе В относят титруемую кислотность (до pH = 8,1), мэкв, содержание лимонной и D-изолимонной кислот, мг/л (и их соотношение), содержание L-яблочной кислоты, г/л, а также содержание калия, магния, натрия, кальция, мг/л, глюкозы и фруктозы, г/л, пролина, мг/л, формальное число и др.



Основными видами фальсификации безалкогольных напитков являются ассортиментная и квалитетическая. При ассортиментной фальсификации предоставляется недостоверная информация о групповой принадлежности напитка: за соки выдаются нектары и сокосодержащие напитки и т.п. Квалитетическая фальсификация — подделка товаров с помощью пищевых или непищевых добавок. Используемые при этом методы контроля достаточно просты для того, чтобы они могли быть выполнены в типовых лабораториях.

Однако набор органических кислот может быть весьма характеристичным для конкретного плода и получаемого из него сока. Поэтому эту характеристику можно использовать для определения чистоты сока. Например, виноградный сок содержит большое количество винной кислоты [4, 7], а яблочная кислота является основной органической кислотой яблок и яблочного сока [6]. При разбавлении яблочного сока водой концентрация яблочной кислоты снизится, а дополнительное подкисление (обычно) лимонной кислотой легко детектируется методом ВЭЖХ. Сок клюквы содержит в основном хинную, яблочную и лимонную кислоты [7], поэтому при обнаружении в нем измеримых количеств винной кислоты можно утверждать о фальсификации. При разбавлении соков, в том числе и сахарным сиропом, содержание кислот становится ниже. Отметим, что для лучшей сохранности требуется доводить кислотность соков до рН примерно равной 3, поэтому в некоторых случаях специальные добавки кислот неизбежны. Следовательно, методы, позволяющие определять каждую из водорастворимых карбоновых кислот, важны для контроля качества соответствующей продукции. Данная задача может быть решена с использованием высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ).

Большой удельный вес в питании человека занимают, так называемые, прохладительные напитки, в приготовлении которых кроме натуральных экстрактов используют добавки синтетических кислот — чаще лимонную или ортофосфорную. Кислоты играют вкусообразующую роль и служат консервантами, но при больших концентрациях даже, например, лимонная кислота (Е330) способна воздействовать на эмаль зубов и причинять болевые ощущения. Более опасна фосфорная кислота (Е338), которая способна связывать ионы кальция, вымывая его из костей, что приводит к развитию остеопороза и развитию мочекаменной болезни.

Во всем мире признанной оценкой кислотности анализируемого материала является титруемая кислотность. Эту характеристику рассчитывают по объему стандартного раствора щелочи, пошедшему на реакцию с кислотами анализируемого образца. Титруемая кислотность соответствует содержанию свободных кислот в образце, если при расчете использовать координаты точки эквивалентности на кривых потенциометрического титрования. Однако на практике при использовании потенциометрического титрования не находят точку эквивалентности, а ограничиваются титрованием до заданного заранее значения рН: 8,9» [8]; $8,30 \pm 0,01$ [9;10]; 8,2 [11]; 8,8 [4]. Кроме того, допускается и применение титрования с индикаторным (по фенолфталеину) определением окончания титрования [12]. Предопределенность конечного значения рН, рекомендуемая также и Ассоциацией Официальных Аналитиков США (титрование до рН = 8.1), несомненно, удобна для автоматических методов контроля.

Широкое распространение получили и хроматографические методы определения как качественного, так и количественного состава органических кислот в растительных материалах и продуктах их переработки [13 – 16], при которых анализируют непосредственно органические кислоты или их производные [17].

Материалы и методы исследования

Для титриметрического определения водорастворимых органических кислот использовали титрование аликвотного объема исследуемого образца стандартизованным раствором гидроксида натрия с использованием одного или двух электрохимических датчиков: стеклянного комбинированного электрода ЭСК-10601/7 (прибор рН-150М) и/или кондуктометрического датчика ДКВ-1 (прибор Анион 4100) в стек-

лянном стакане при непрерывном перемешивании смеси с использованием магнитной мешалки. Для катионного обмена использовали пропускание через колонку, заполненную подготовленным катионитом, аликвотных порций растворов с последующим исчерпывающим вымыванием дистиллированной водой (контроль по метиловому оранжевому). Все порции элюатов объединяли в стакане для последующего титрования.

Для экстрагирования органических кислот к навеске плодов (от 3 до 30 г) добавляли 50 – 200 мл дистиллированной воды; смесь выдерживали в течение получаса, периодически встряхивая, затем фильтровали через бумажный фильтр. Для ускорения процесса при необходимости использовали фильтрование при пониженном давлении (через воронку Бюхнера с использованием водоструйного насоса).

Для определения органических кислот хроматографическим методом чаще всего используют обращенно-фазовый вариант (ОФ ВЭЖХ) с октадецилсилановыми фазами [18].

В настоящей работе предложенным методом были определены титруемая, общая кислотность и средняя основность кислот некоторых, наиболее распространенных в нашей области фруктов с применением потенциометрического и кондуктометрического детектирования до и после пропускания через катионообменную колонку.

Результаты исследования и их обсуждение

В анализируемом образце растительного материала могут и должны находиться не только свободные кислоты, но и их соли, поскольку буферный характер клеточного сока определяет жизнеспособность живых объектов. А определение свободных кислот в таком случае является лишь односторонней и не полной оценкой буферной системы. Реальные объекты представляют собой буферные смеси кислот и их солей.

В настоящей работе были определены титруемая, общая кислотность и средняя основность кислот некоторых, наиболее распространенных в нашей области фруктов с применением потенциометрического и кондуктометрического детектирования до и после пропускания через катионообменную колонку [19, 20], табл. 1.

Таблица 1

Кислотность различных фруктов

Плоды	Кислотность г/100 г		% соли	Средняя основность
	титруемая	общая		
Малина	1.15*	1.43*	20	3.1
Земляника	0.83*	1.15*	28	2.84
Вишня	1.19**	1.64**	27	2.05
Войлочная вишня	0.5**	0.78**	36	2.05
Черешня	0.003-0.0035**	0.5**	39-43	2.03-2.05
Абрикос	0.008**	0.012**	32	2.5
Персик	0.008**	0.014**	41	2.3
Черная смородина	2.7*	3.2*	17	2.8
Виноград	0.23***	0.48***	52	2
Жимолость	0.96*	1.04*	7.7	3.1
Облепиха	1.44**	1.58**	7.1	2.2
Яблоко	0.22-0.76**	0.45-0.97**	23-51	2

* в пересчете на лимонную кислоту; ** в пересчете на яблочную кислоту; *** в пересчете на винную кислоту

Полученные выводы о средней основности суммы кислот были подтверждены прямым определением карбоновых кислот методом обращенно-фазовой ВЭЖХ, рис 1.

В табл. 2 суммированы результаты определения кислот в соках плодов описанными выше методами. Содержание кислот, определенное методом титрования после обработки ионообменной смолой лишь немногим превышает найденное по

концентрации трех основных кислот (яблочной, аскорбиновой и лимонной), хотя не все пики на хроматограммах были отнесены из-за отсутствия соответствующих стандартных образцов кислот. Поэтому и средняя основность суммы кислот образцов соков, определенная по комбинации потенциометрического и кондуктометрического титрования, с одной стороны и определенная по индивидуальному составу детектированных кислот, также совпадают удовлетворительно, подтверждая справедливость предложенного в работе титриметрического метода.

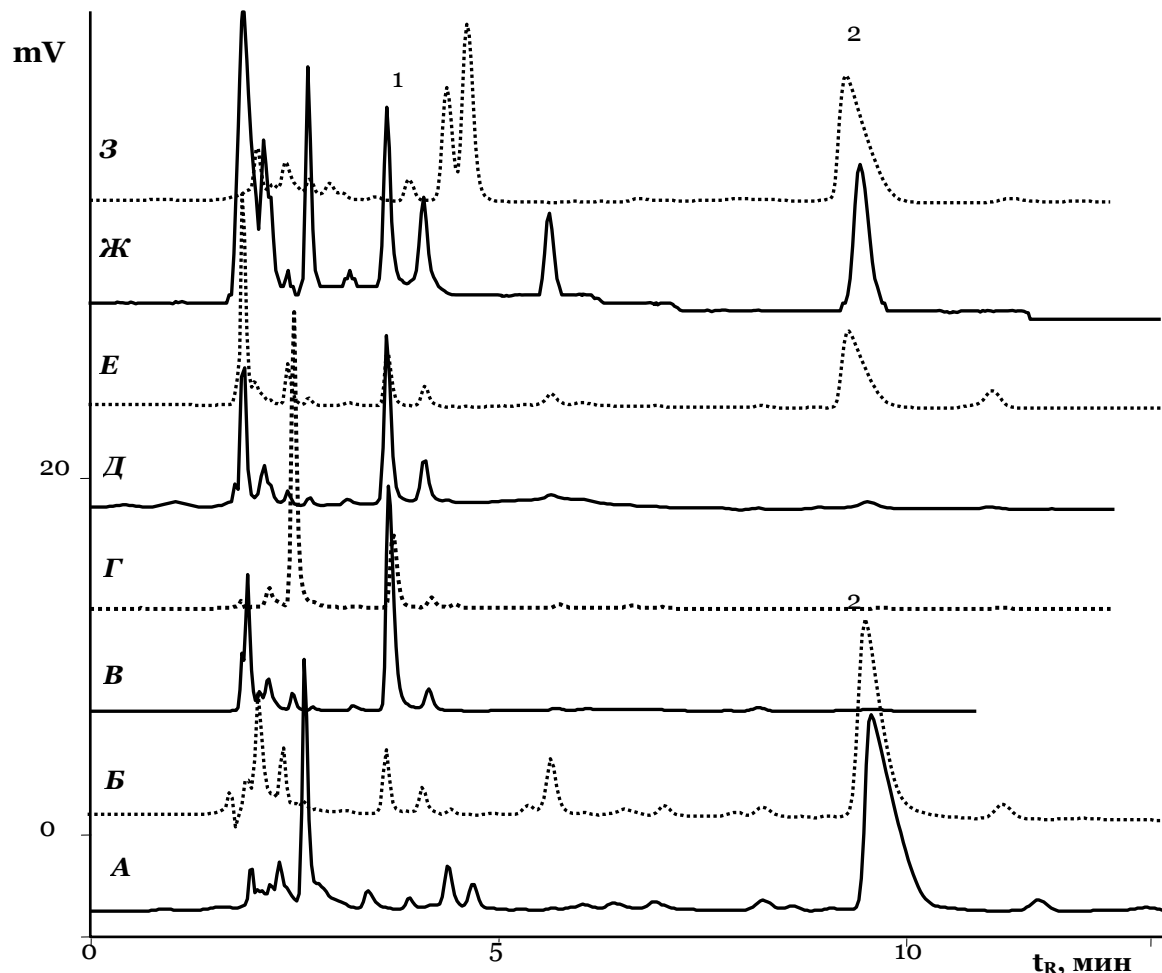


Рис. 1 ВЭЖХ водорастворимой фракции некоторых плодов

1 – яблочная кислота, 2 – лимонная кислота, Колонка 250x4 мм. Reprosil-pur C18-AQ в элюента 2 об.% ортофосфорной кислоты в воде при спектрофотометрическом детектировании (205 нм); А – малина, Б – земляника; В – вишня; Г – войлочная вишня; Д – черешня; Е – абрикос; Ж – персик; З – черная смородина.

В случае, например, вишневого сока, основность составляет примерно 2, указывая на то, что основная кислота сока – двухосновная. Поэтому, например, попытка фальсифицировать вишневый сок лимонной кислотой будет легко установлена без использования хроматографических методов с использованием значительно более доступных потенциометрического и кондуктометрического датчиков.

Как видно из данных, представленных в табл. 2, во всех случаях титруемая кислотность заметно выше после пропускания соков через катионообменную колонку. Это связано с тем, что значительная часть органических и возможно неорганических кислот находится в соках разных производителей в виде солей, поскольку в числе остальных соединений они обеспечивают постоянство рН для правильного функцио-

нирования ферментов – это новая информация, которая не может быть получена простым титрованием до заданного рН, но может быть легко получена в обычных лабораториях без значительных финансовых затрат.

Таблица 2

Кислотность суммы кислот для различных соков

Сок	Титруемая кислотность, г/л	Общая, г/л	Средняя основность суммы кислот
Грейпфрутовый*	10.2	12.8	3.0
Мандариновый*	8.5	12.1	2.8
Гранатовый *	16.3	20.3	2.8
Никитина усадьба красное яблоко**	4.5	6.5	2.0
Никитина усадьба зеленое яблоко**	5.1	6.9	2.1
4 сезона (яблочный) **	3.1	5.4	2.1
Любимый сад (яблочный) **	4.1	6.9	2.5
Я (яблочный) **	6.6	9.1	2.1
Сокос (яблочный) **	5.0	7.9	2.1
Моя семья (яблочный) **	6.3	7.9	2.1
Добрый (яблочный) **	6.3	8.5	2.2

* кислотность в пересчете на лимонную кислоту; ** кислотность в пересчете на яблочную кислоту.

Для идентификации органических кислот в яблочных соках использовали метод ВЭЖХ (рис. 2).

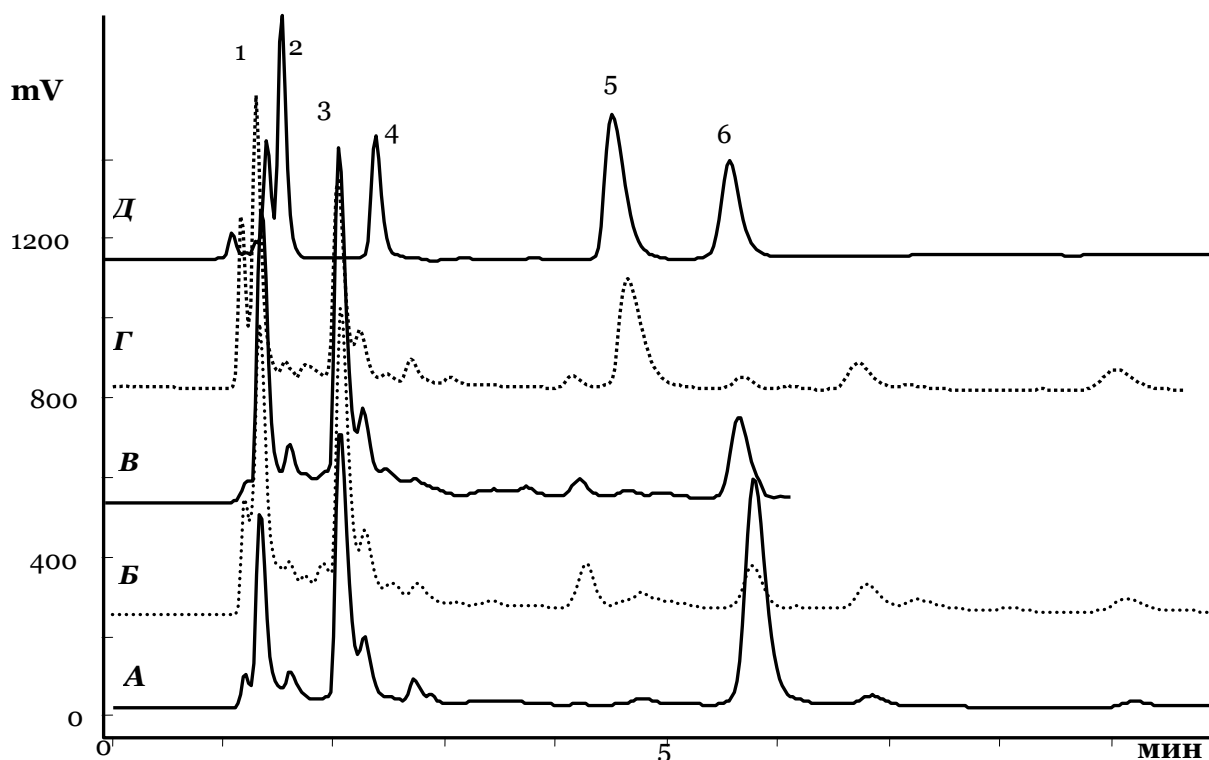


Рис. 2. Хроматограммы растворов яблочных соков различных марок
 1 – шавелевая, 2 – яблочная, 3 – винная, 4 – молочная, 5 – лимонная (и янтарная), 6 – фумаровая кислоты. Марки соков: А – «Я», Б – «Сокос», В – «Моя семья», Г - «Любимый сад», Д – смесь кислот.

Так в яблочном соке марки «Любимый сад» обнаруживается значительное количество лимонной кислоты, а в соке «Я» ее место занимает фумаровая кислота, и обе присутствуют в незначительных количествах в соке «Сокос». И только одна из кислот, иден-



тифицируемая, как яблочная, присутствует во всех соках в сопоставимых количествах. Понятно, что технология приготовления соков при включении в производственную схему ферментативного расщепления пектинов, не может объяснить появления в соках лимонной и фумаровой кислоты. Следовательно, эти кислоты были добавлены для подкисления соков с целью улучшения эксплуатационных свойств. Из литературных данных [21] известно, что яблочная кислота, основная кислота яблочных соков, при длительном нагревании при 140-150°C может превращаться в фумаровую кислоту.

Таким образом, метод ВЭЖХ позволяет не только идентифицировать сок, но и обнаруживать особенности технологии его приготовления. Подкисление яблочных соков лимонной кислотой не противоречит технологии приготовления соков, но в данном случае о добавках посторонних кислот для подкисления соков должно сообщаться на товарных этикетках производителям, т.е. не вводить в заблуждение покупателей соков о 100 %-ном содержании в них натуральных компонентов яблок. На этикетках соков «Любимый сад», «Я» и «Сокок» никаких сообщений о добавлении лимонной кислоты для подкисления не приводится. Более того, сок «Я» содержит информацию на этикетке об отсутствии консервантов и красителей.

В прохладительных напитках допускается использование неорганических подкислителей – ортофосфорной кислоты («Coca-Cola», «Pepsi») и ее солей, серной кислоты и пр. По кривым потенциометрического титрования напитков до и после катионообменной колонки нами была рассчитана кислотность, табл. 3.

Таблица 3

Кислотность некоторых прохладительных

Название напитка	Pepsi light	Pepsi	Coca-cola light	Coca-cola	Coca-cola express
Титруемая кислотность (с CO ₂), г/л*	2.10	1.67	2.04	1.99	1.11
Титруемая кислотность**, г/л	0.67	0.67	0.63	0.68	0.67
Общая кислотность, г/л	0.93	0.77	1.10	0.98	0.77

* - в пересчете на ортофосфорную кислоту; ** - после удаления CO₂.

Для прохладительных напитков прямым потенциометрическим измерением были найдены следующие значения pH: от 2.41 до 3 до пропускания через катионит и от 2.17 до 2.34 после пропускания через катионообменную смолу.

В данном случае титруемая кислотность может включать не только те кислоты, которые были добавлены для регулирования кислотности, но и оксид углерода (IV), входящий в состав газированных напитков. Титруемую кислотность, приходящуюся на CO₂ определяли по разности результатов титрования напитков до и после прогрева, табл. 4.

Таблица 4

Кислотность напитка до и после удаления CO₂

Напиток	Кислотность напитка. ммоль/л					Параметры кислотности	
	П, v ₂	К, v ₁ *	П, v ₂ *	К, v ₁ **	П, v ₂ **		
	До удаления CO ₂	После удаления CO ₂				β	α
до катионного обмена				после катионного обмена			
Pepsi light	42.8	4.12	14.7	10.3	19.6	1.90	25.0
Pepsi	34.5	5.41	13.6	7.73	15.7	2.03	13.4
Coca-cola light	41.7	4.12	13.9	14.4	22.7	1.58	38.8
Coca-cola	40.7	4.89	13.9	11.9	22.7	1.91	38.8
Coca-cola express	22.7	5.92	13.9	8.24	15.7	1.91	11.5

Расчет по П – потенциометрическим и К – по кондуктометрическим данным.

На основании полученных данных рассчитывали следующие параметры:

Среднюю основность кислот (определяют после удаления CO₂ и после пропускания через катионообменную колонку:

$$\beta = \frac{V_2^{**}}{V_1^{**}}$$

И среднюю долю солей:

$$a = \frac{(V_2^{**} - V_1^{**})}{V_2^{**}} \cdot 100, \%$$

Кислотность растворов после удаления CO_2 остается достаточно высокой - при титровании наблюдаются две точки эквивалентности, первая из которых может соответствовать равновесию образования дигидроортофосфат ионов, а вторая - образованию гидроортофосфат ионов. При этом третья точка (образование ортофосфат ионов) титрования не детектируется.

Следовательно, напитки «Pepsi light», «Pepsi», «Coca-cola», «Coca-cola express» содержат ортофосфорную кислоту и ее соли, т.к. после пропускания через катионообменную колонку параметр β достигает значения, близкого к 2. Но для «Coca-cola light» этот параметр заметно ниже ($\beta = 1.6$), что может быть связано с добавлением в напиток соли сильной кислоты. Наибольшее значение параметра a для «Coca-cola» и «Coca-cola light» свидетельствует о добавлении соли слабой кислоты (ортофосфата натрия).

Выводы

Таким образом, в настоящей работе предложена новая методология, позволяющая получить дополнительную (по сравнению с традиционным методом [22, 23]) информацию, которая может быть использована не только для определения качества продуктов, но и для установления в некоторых случаях фальсификации без использования труднодоступного оборудования.

Список литературы

1. Анцупова Т.П., Ендонова Г.Б. Конспект лекций «Методы анализа биологически активных веществ» - изд-во ВСГТУ, Улан-Удэ - 2007г - 46 с.
2. Дэвис Д., Джованелли Дж., Рис Т. Биохимия растений. М.: Мир. - 1966. - 512 с.
3. Munir E., Yoon J.J., Tokimatsu T., Hattori T., Shimada M. A physiological role for oxalic acid biosynthesis in the wood-rotting basidiomycete *Fomitopsis palustris* // Proc. Nat. Acad. Sci. - 2001. - V.98. - P. 11126-11130.
4. Gomis B.D., Gutierrez M.J., Alvarez G.M.D., Medel S.A. High-Performance Liquid Chromatographic Determination of Major Organic Acids in Apple Juices and Ciders // Chromatographia. - 1987. - V.24. - P. 347-350.
5. Gorsel H., Li C., Kerbel E., Smits M., Kader A. Compositional Characterization of Prune Juice // J. Agric. Food. Chem. - 1992 - V.40. - P. 784-789.
6. Gomis D., Gutierrez M., Alvarez M., Alonso J. Application of HPLC to Characterization and Control of Individual Acids in Apple Extracts and Ciders // Chromatographia - 1988. - V.25. - P. 1054-1058.
7. Ryan J., Dupont J. Identification and Analysis of the Major Acids from Fruit Juices and Wines // J. Agric. Food. Chem. - 1973 - V.21 - № 1 - P. 45-49.
8. ГОСТ 3624-92. Молоко и молочные продукты. Титриметрические методы определения кислотности.
9. ГОСТ Р 51455-99. Йогурты. Потенциометрический метод титруемой кислотности.
10. Thangavelu S., Chiranjivi Rao K. Titratable acidity of juice of sugarcane genetic stocks and its association with other characters // J. Indian Sugar. - 1996. - V.46. - P. 391-396.
11. Ayala-Zavala J.F., Wang S.Y., Wang C.Y., González-Aguilar G.A. Methyl jasmonate in conjunction with ethanol treatment increases antioxidant capacity, volatile compounds and post-harvest life of strawberry fruit // Eur. Food Res. Technol. - 2005. - V.221. - P. 731-738.
12. ГОСТ 5898-87. Изделия кондитерские. Методы определения кислотности и щелочности.
13. Badoud R., Pratz G. Improved high-performance liquid chromatographic analysis of some carboxylic acids in food and beverages as their p-nitrobenzyl esters // J. Chromatogr. A. - 1986. - V.360. - P. 119-136.



14. Yalcin D., Ozcalik O., Altioek E., Bayraktar O. Characterization and recovery of tartaric acid from wastes of wine and grape juice industries // *J. Therm. Anal. Calorimetry*. – 2008. – V.94. – P. 767–771.
15. Marce R.M., Calull M., Manchobas R.M., Borrull F., Rius F.X. An Optimized Direct Method for the Determination of Carboxylic Acids in Beverages by HPLC // *Chromatographia*. – 1990. – V.29. – P. 54–58.
16. Marconi O., Floridi S., Montanari L. Organic acids profile in tomato juice by HPLC with UV detection // *J. Food Quality*. – 2007. – V.30. – P. 43–56.
17. Miwa H.J. High-performance liquid chromatographic determination of mono-, poly- and hydroxycarboxylic acids in foods and beverages as their 2- nitrophenylhydrazides // *J. Chromatogr. A*. – 2000. – V.881. – P. 365–385.
18. Cunha S.C., Fernandes J.O., Ferreira I. HPLC/UV determination of organic acids in fruit juices and nectars // *Eur. Food Res. Technol.* – 2002. – V.214. – P. 67–71.
19. Зайцев В.Н., Кобылинская Н.Г., Костенко Л.С., Герда В.И. Кондуктометрическое определение концентрации кислотных центров на функционализированных материалах // *Ж. аналит. химии*. – 2008. – Т.63, №8. – С.852–857.
20. Рудаков О.В. Методы жидкостной хроматографии.- Воронеж.: Водолей, 2004. – 528 с.
21. Gurrieri F., Audergon J., Albagnac G., Reich M. Soluble sugars and carboxylic acids in ripe apricot fruit as parameters for distinguishing different cultivars// *Euphytica*. – 2001 – V.117 – P. 183–189.
22. Zadernowski R., Naczek M., Nesterowicz J. Phenolic acid profiles in some small berries // *J. Agric. Food Chem.* – 2005. – V.53. – P. 2118–2124.
23. Paśko P, Sajewicz M., Gorinstein S., Zachwieja Z. Analysis of selected phenolic acids and flavonoids in *Amaranthus Cruentus* and *Chenopodium Quinoa* seeds and sprouts by HPLC // *Acta chromatographica*. – 2008. – V.20. – P. 661–672.

DETERMINATION OF SOME FRUITS, JUICES AND BEVERAGES ACIDITY

I.P. Anisimovich
R.S. Othman
L.A. Deineka
V.I. Deineka
L.V. Voloshenko

*Belgorod National Research
University*

e-mail: deineka@bsu.edu.ru

A new method for determination of acidity parameters (titrable, total and mean basicity of acid summ) by means of titration with two types of electrochemical electrodes (the validity of the method being proved by HPLC) has been applied for some common fruits, juices and beverages. The data were shown to be utilized for quality as well as for adulteration non expansive determination.

Key words: titrable and total acidity, juices, beverages, organic acid, titrimetry, potentiometry, conductometry, HPLC

УДК 543.422.3:686.862.5

ВОЗМОЖНОСТИ СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ПАСТ ШАРИКОВЫХ РУЧЕК СОВРЕМЕННЫХ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ

Е.И. Шапошник**И.Г. Евтушенко***Белгородский государственный
национальный исследовательский
университет**e-mail: shaposhnik@bsu.edu.ru*

В работе методом спектрофотометрии в видимой и ультрафиолетовой областях спектра исследованы 22 образца синих, 9 черных и 10 красных паст шариковых ручек разных производителей Германии, Индии, Китая, России, Италии, Чехии, Турции, Японии, представленных на белгородском рынке. Показано, что системы растворителей на основе ацетонитрила и диметилформамида позволяют извлечь основные окрашенные компоненты пасты, изучить спектральные характеристики красящих веществ пасты. Показана пригодность использованного метода для проведения идентификационных и неидентификационных исследований паст шариковых ручек синего, красного и черного цветов, для выявления их классификационных и идентификационных различий.

Ключевые слова: паста шариковой ручки, экспертиза материалов письма, идентификация, спектрофотометрия, УФ-спектрофотометрия.

В последние годы количество выявленных преступлений, связанных с подделкой документов в России колеблется от 12 до 15 тысяч в год, в Федеральной миграционной службе и только в Москве за 2010 год выявлено более полутора тысяч преступлений. Довольно часто возникает необходимость в отождествлении определенного вида чернил, пасты, в установлении предприятия-изготовителя материала письма и времени изготовления. В зависимости от поставленных на экспертизу вопросов возможно ограничиваться, например, установлением рода (вида, марки) использованной пасты шариковой ручки в сравниваемых документах, а возможно и установление стержня конкретной шариковой ручки при наличии соответствующих баз по составу паст шариковых ручек в зависимости от производителей.

Одним из наиболее эффективных направлений при идентификационном исследовании материалов письма, в частности паст шариковых ручек является именно исследование их состава, так как совокупность компонентов, входящих в состав паст, является носителем информации о технологии их изготовления и производителе.

Развитие рынка и расширение ассортимента канцелярских товаров, многообразие поставляемых в Россию орудий письма, конкуренция накладывает определенный отпечаток на работу экспертов-криминалистов [1]. Подобная динамика заставляет задуматься о перспективах идентификационных и диагностических исследований материалов письма.

Паста для шариковых ручек представляет собой «концентрированную смесь красителей, высокомолекулярных смол, пластификаторов, а также высококипящих органических растворителей» [2]. Пасты для шариковых ручек выпускаются различных цветов, но для выполнения рукописных записей и подписей в различного рода документах, используются только три официально признанных цвета: черный, синий и фиолетовый. Остальные цвета, например, красный, зеленый при заполнении документов не используется.

По цвету пасты шариковых ручек классифицируются на девять групп [3]: пасты шариковых ручек синего цвета и близких синему оттенков, фиолетового, черного, серого, красного (и близких оттенков), зеленого, желтого, оранжевого и коричневого цветов.

Компонентный состав паст шариковых ручек российского производства разнообразен, так как не регламентируется современным законодательством. Более то-



го, он во многих случаях является коммерческой тайной, и всеобщей огласке не подлежит. Отсюда возникают сложности в идентификационных исследованиях из-за отсутствия справочных данных.

На сегодняшний день актуально проведение исследования паст шариковых ручек разных цветов современных производителей, что позволяет установить возможность применения ограниченного круга методов для получения полной характеристики исследуемых паст. Использование спектрофотометрии [4], тонкослойной хроматографии [5] и высоко-эффективной жидкостной хроматографии дает возможность изучить не только качественный состав исследуемых паст, но и установить количество каждого компонента в составе пасты, что дает определенный задел для базы данных и идентификационных исследований.

По мнению ученых, спектральные методы анализа отличаются точностью, информативностью, наглядностью, возможностью оперативного получения однозначных и наиболее достоверных результатов анализа [6]. Спектр поглощения экстракта пасты в видимой области является характеристикой состава красителей чернил. По положению и интенсивности полос поглощения в спектре можно установить природу и цвет красителей.

Среди спектральных методов анализа выделяют исследование паст шариковых ручек в ультрафиолетовых лучах. Использование данного метода позволяет определить присутствие люминесцирующих компонентов в материалах письма, и идентифицировать марку и страну производителя материала письма по существующей базе УФ-спектров.

Материалы и методы исследования

Для проведения исследования были использованы 22 образца синих паст шариковых ручек, 9 черных, 10 красных разных фирм и стран производителей (Германия, Индия, Китай, Россия, Италия, Чехия, Турция, Япония), представленных на белгородском рынке.

Для целей идентификации надписей, определения времени записи и других проблем судебной химии важно знать сорбционную способность бумаги (целлюлозы с наполнителями) по отношению к компонентам чернил и возможность десорбции чернил подходящими растворителями. При исследовании свойств, необходимых для разработки надежных методов исследования материалов письма, были изучены в качестве растворителей диметилформамид, этанол, смеси вода – ацетонитрил, а также различные буферные растворы.

Спектрофотометрические исследования проводились на приборе СФ-56 (производство Россия) при длинах волн от 400 до 750 нм. Нативные растворы пасты шариковой ручки готовили с использованием 65% (об.) раствора ацетонитрила в воде.

Изучение паст шариковых ручек синего, черного и красного цветов в невидимой области спектра проводили также на приборе СФ-56 при длинах волн от 210 до 240 нм.

Результаты исследования и их обсуждение

Нами выбраны критерии для установления различия паст шариковых ручек в зависимости от фирмы и страны производителя. Впервые изучен широкий ассортимент паст шариковых ручек, находящийся в продаже г. Белгорода и Белгородской области.

При исследовании паст шариковых ручек важным аспектом является выбор вариантов исследования, например, установление возможности растворимости паст в различных растворителях. При выборе растворителей для экстракции красящих веществ паст использовались различные составы. В качестве растворителей при исследовании образцов паст использованы дистиллированная вода, буферные растворы (рН = 2, рН=3, рН=4, рН=5), этанол и другие растворители, указанные в различных источниках. Наиболее подходящими оказались системы растворителей на основе

ацетонитрила и диметилформамида, так как они наиболее полно растворяют все компоненты паст и дают возможность исследовать состав паст в полном объеме. Эти системы растворителей позволяют извлечь основные окрашенные компоненты пасты, изучить спектральные характеристики красящих веществ пасты, провести разделение на индивидуальные вещества для установления качественного состава пасты.

Установив оптимальный состав растворителей для объектов исследования, необходимо изучить спектры поглощения полученных растворов паст шариковых ручек, которые позволят охарактеризовать компонентный состав паст шариковых ручек (ПШР). Для этого использовался метод спектрофотометрии в видимой области спектра.

Выбраны растворители для проведения спектрофотометрического исследования экстрактов паст шариковых ручек разных изготовителей, получены спектры поглощения с помощью спектрофотометра СФ-56 (производство Россия) в диапазоне от 400 до 750 нм.

При анализе результатов спектрофотометрического исследования в видимой области спектра записаны все спектры паст синего, черного и красного цветов в диапазоне от 300 нм до 650 нм.

В спектрах растворов образцов паст шариковых ручек синего цвета в системе на основе ацетонитрила значительных различий не обнаружено (рис. 1).

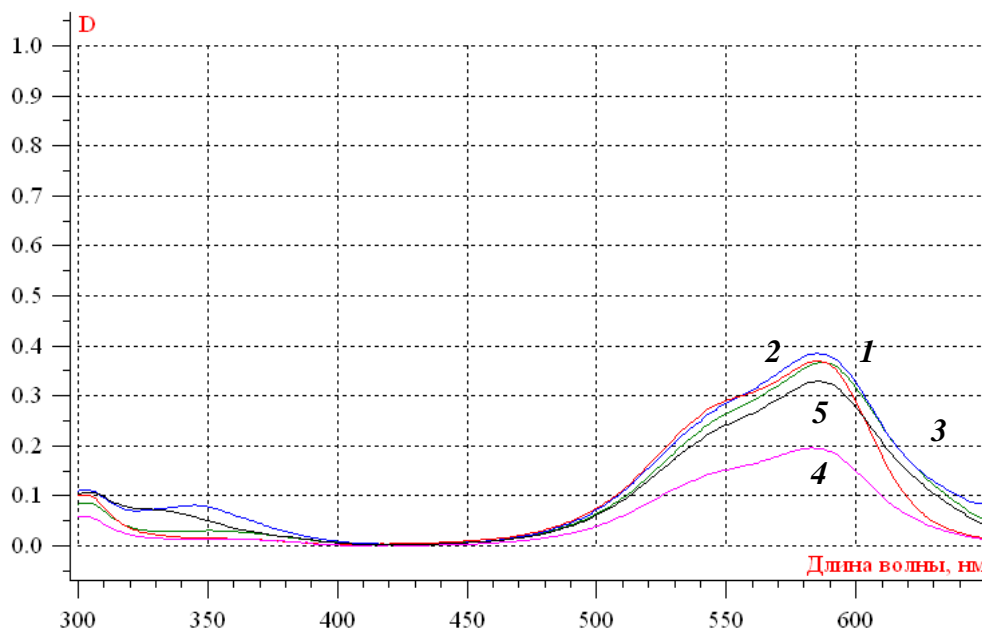


Рис. 1. Спектры паст шариковых ручек синего цвета
 1 - Cello Maxriter (Индия); 2 - Tukzar (Китай); 3 - Berkly (Россия); 4 - VIEFA (Китай);
 5 - Cello Pin Point (Германия)

Анализ спектральных кривых растворов образцов паст шариковых ручек красного цвета выявил значительные их различия, давая возможность использования спектров поглощения в качестве классификационного признака.

Установлено значительное различие образцов в видимой области спектра для экстрактов паст шариковых ручек красного цвета производства Индии (Cello Maxriter), Германии (STABILO озо XF), Италии (Unix 2001 TC POINT) и Китая (VIEFA) при изучении на спектрофотометре СФ-56 в областях длин волн от 300 до 600 нм (рис. 2). Экстракт пасты производства Индии имеет 4 пика максимума, два из которых выражены слабо и один перегиб, значение длины волны в максимумах $\lambda_{max}=347$ нм, 458 нм и основной пик наблюдается при $\lambda_{max}=528$ нм. Сходную кар-

тину спектральной кривой имеет раствор образца STABILO озо XF производства Германии, в которой обнаруживаются аналогичные пики со смещением в коротковолновую область на 1 нм, но при этом перегиб более ярко выражен и отсутствует пик при 458 нм. Экстракт паст производства Италии значительно отличается по спектру, имеет всего лишь три пика максимума при $\lambda_{\text{max}}=350$ нм, 520 нм и основной пик при $\lambda_{\text{max}}=557$ нм. Наибольшие отличия выявлены у образца производства Китая (BIEFA), где обнаружен только один максимум поглощения. Значение длины волны (λ_{max}) максимума для паст производства Китая составляет 541 нм.

Изучение паст шариковых ручек синего, черного и красного цветов в невидимой зоне спектра проводилось в нативном растворе на основе ацетонитрила (65% (об.) в воде) на приборе СФ-56 в УФ-лучах при длинах волн от 210 до 250 нм.

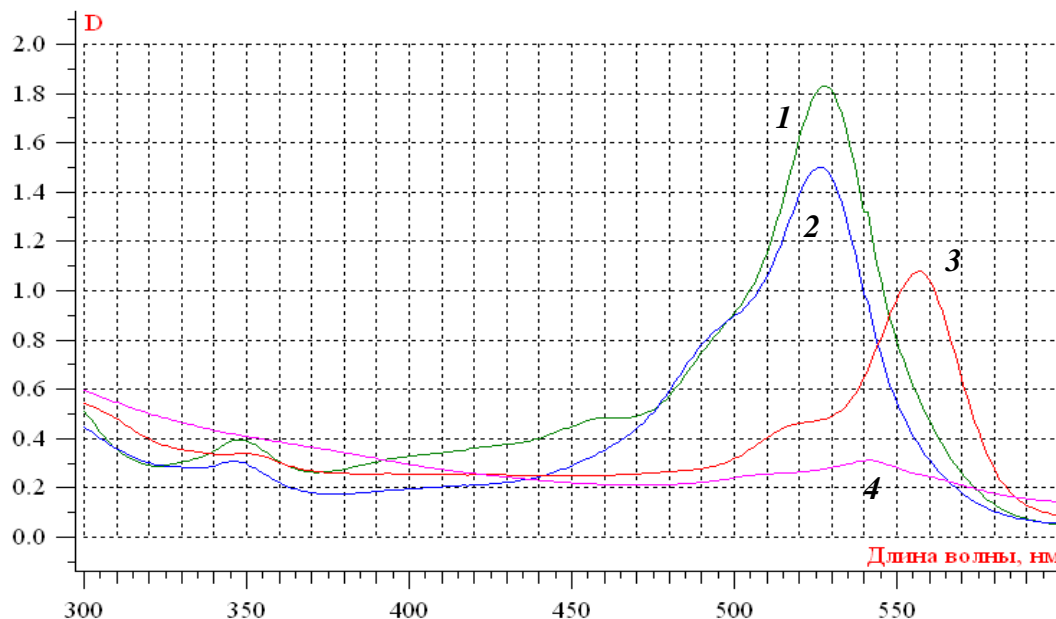


Рис. 2. Спектры паст шариковых ручек красного цвета:
1 - Cello Maxriter (Индия); 2 - STABILO озо XF (Германия); 3 - Unix 2001 TC POINT;
4 - BIEFA (Китай)

В результате исследования растворов паст шариковых ручек красного цвета девяти образцов в ультрафиолетовой зоне спектра (рис. 3, 4), их можно классифицировать на 3 группы в зависимости от значения длины волны в максимуме поглощения:

- 1 группа: Corvina (Италия) – 217 нм;
- 2 группа: Cello Maxriter (Индия), Erich Krause (Германия), Parm (США), Stabilo (Германия), Pensan (Турция) – 218 нм;
- 3 группа: Союз Беркли (Россия), Stabilo (Малазия), Китай (без фирмы).

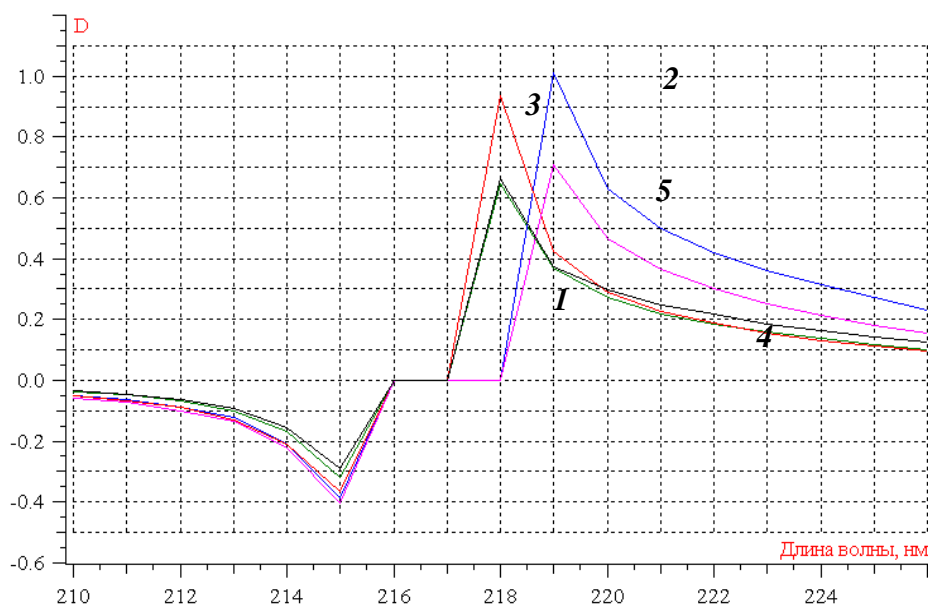


Рис. 3. Спектры растворов паст шариковых ручек красного цвета разных производителей в УФ области спектра:
 1 - Cello Maxriter (Индия); 2 - Союз Беркли (Россия); 3 - Erich Krause (Германия); 4 - Parm (США)

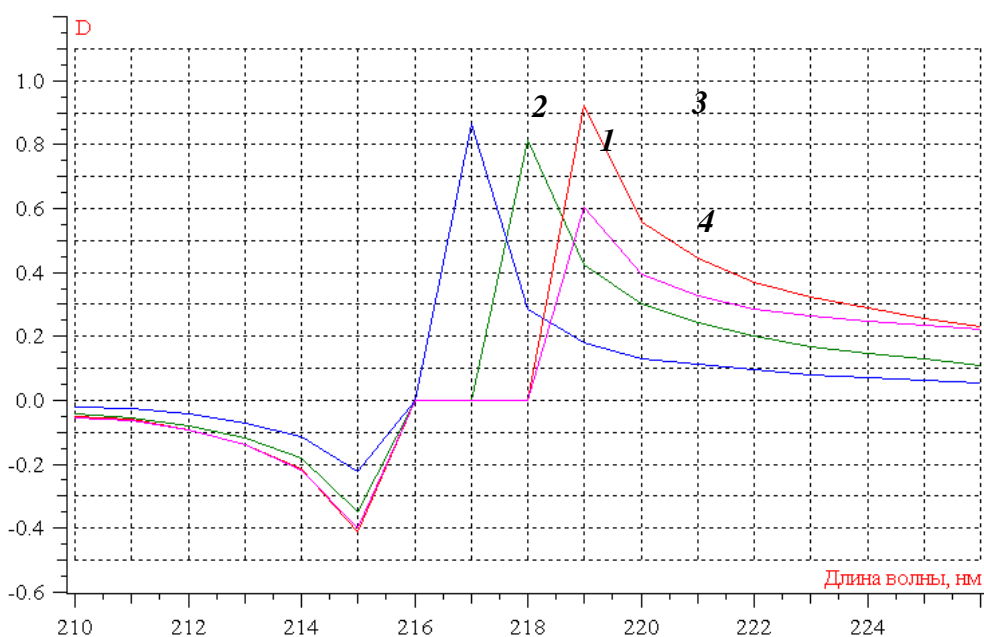


Рис. 4. Спектры растворов паст шариковых ручек красного цвета разных производителей в УФ области спектра:
 1 – Pensan (Турция); 2 - Corvina (Италия); 3 – Stabilo (Малазия); 4 - Китай (без фирмы)

Среди исследуемых образцов, отличающееся от всех значение длины волны при максимуме поглощения имеет только раствор пасты шариковой ручки фирмы Corvina (Италия), поэтому его можно идентифицировать среди представленных на исследование паст. Остальные пасты обладают только общими диагностическими признаками, которые позволяют классифицировать их на 2 группы. Определение конкретных веществ, которые люминесцируют при длинах волн 217, 218 и 219 нм, не представляется возможным из-за отсутствия стандартных образцов.

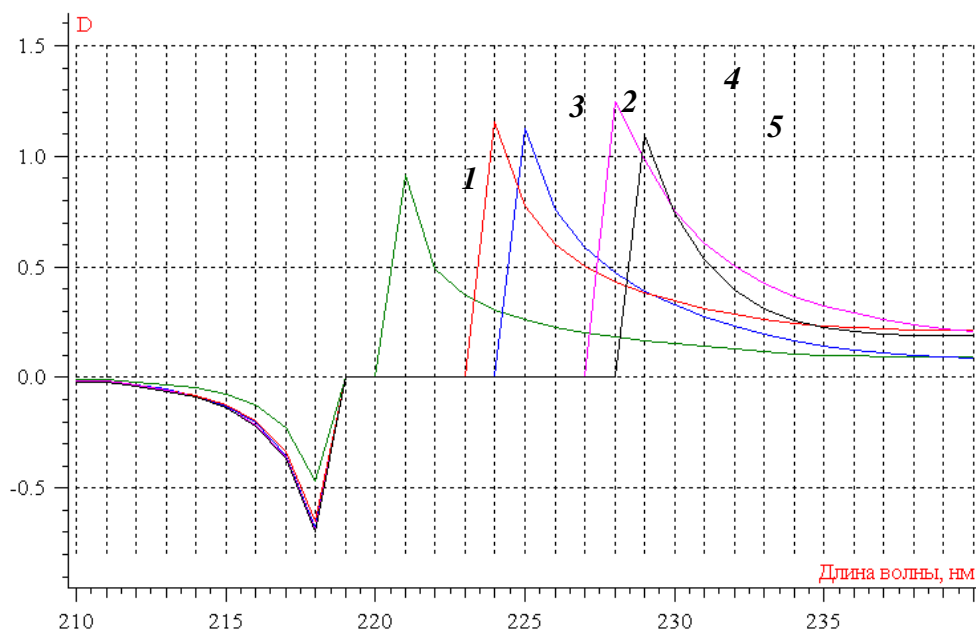


Рис. 5. Спектры растворов паст шариковых ручек черного цвета разных производителей в УФ области спектра:

1 - Pensan My Pen (Турция); 2 - Berkly Delta (Россия); 3 - Erich Krause Megapolis (Германия); 4 - Cello Maxriter (Индия); 5 - Corvina (Италия).

В результате исследования растворов паст шариковых ручек черного цвета девяти образцов в ультрафиолетовой (УФ) зоне спектра (рис.5,6), их можно классифицировать на 7 групп в зависимости от значения длины волны в максимуме поглощения:

- 1 группа: Pensan My Pen (Турция) – 221 нм;
- 2 группа: BOOM (Италия) – 222 нм;
- 3 группа: Stabilo (Германия) – 223 нм;
- 4 группа: Erich Krause Megapolis (Германия) – 224 нм;
- 5 группа: Berkly Delta (Россия) – 225 нм;
- 6 группа: Cello Maxriter (Индия), PILOT (Япония) – 228 нм;
- 7 группа: Corvina (Италия), KOON-I-NOOR (Чехия) – 229 нм.

Среди исследуемых образцов растворов паст черного цвета, пять образцов (Pensan My Pen (Турция), BOOM (Италия), Stabilo (Германия), Erich Krause Megapolis (Германия), Berkly Delta (Россия)) имеют отличное от остальных значение длины волны в максимуме поглощения, поэтому могут быть идентифицированы среди представленных на исследование паст. Пасты фирм Cello Maxriter (Индия), PILOT (Япония), Corvina (Италия), KOON-I-NOOR (Чехия) обладают только диагностическими признаками, поэтому возможность их идентификации среди представленного ряда образцов отсутствует. Определение конкретных веществ, которые люминесцируют при длинах волн 221-225, 228 и 229 нм, не представляется возможным из-за отсутствия стандартных образцов.

Исследование растворов паст шариковых ручек синего цвета в УФ-лучах не производилось, так как в их составе отсутствуют люминесцирующие вещества.

Таким образом, в результате исследования образцов паст шариковых ручек синего, черного и красного цветов в УФ зоне спектра, существует возможность идентификации 5 паст черного цвета из 9 образцов, 1 пасты красного цвета из 9 образцов при наличии стандартных образцов сравнения.

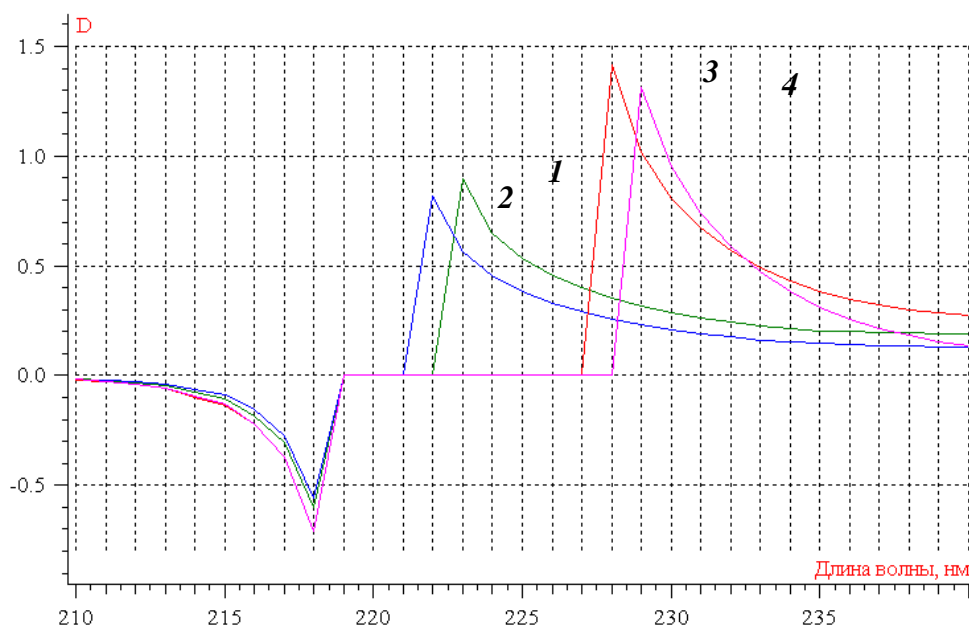


Рис. 6. Спектры растворов паст шариковых ручек черного цвета разных производителей в УФ области спектра:
1 - Stabilo (Германия); 2 - BOOM (Италия); 3 - PILOT (Япония); 4 - KOON-I-NOOR (Чехия).

Полученные в результате исследования спектры паст черного и красного цветов в УФ зоне спектра будут внесены в базу спектров паст шариковых ручек для дальнейшей диагностики и идентификации поступивших на исследование паст.

Исходя из вышесказанного, при проведении идентификационных и неидентификационных исследований паст шариковых ручек синего, красного и черного цветов возможно использование спектрофотометрического метода в видимой и ультрафиолетовой зоне спектра для выявления классификационных и идентификационных различий.

Список литературы

1. Агинский В.Н., Горшенин Ю.А., Корольков А.Г. и др. Справочные данные, используемые при криминалистических исследованиях материалов документов. - М.: ВНИИ МВД СССР, 1987. - 96 с.
2. Герасимов В.П. Отдельные вопросы исследования штрихов, выполненных шариковыми авторучками // Экспертная техника. - М.: ЦНИИСЭ, 1966. - № 16-17. - С.39-41.
3. Тросман Э.А., Онищенко А.А., Орехова М.В. и др. Криминалистическое исследование материалов письма в штрихах// Экспертная техника. -М.: ВНИИСЭ, 1993. - № 122. - С.12.
4. Круглов С.Н. Использование спектральных методов в криминалистическом исследовании материалов письма //Актуальные проблемы юридической науки и правоприменительной практики: сборник научных трудов. отв. ред. И.М. Машаров.- Киров: филиал НОУ ВПО «СПБивЭСЭП» в г. Кирове, 2006. - С.225-229.
5. Djavanshir Djozan, Tahmineh Baheri, Ghader Karimian, Masomeh Shahidi Forensic discrimination of blue ballpoint pen inks based on thin layer chromatography and image analysis// Forensic Science, 2008. - Int.179. - pp 199-205.
6. Лисиченко В.К. О совершенствовании криминалистических идентификационных исследований материалов письма // Проблемы правоприменения. - М.: ВНИИСЭ, 1993. - № 38.- С.86-91.



POSSIBILITIES OF SPECTROPHOTOMETRY RESEARCH OF BALLPOINT PEN INKS OF MODERN MANUFACTURERS

E.I. Shaposhnik
I.G. Evtushenko

*Belgorod National Research
University*

e-mail: shaposhnik@bsu.edu.ru

22 samples of blue, 9 of black, and 10 of red ballpoint pens inks of different manufacturers of Germany, India, China, Russia, Italy, Czechia, Turkey and Japan, presented on the Belgorod market, have been investigated by UV-VIS spectrophotometry. Solvent systems based upon acetonitrile and dimethylformamide were utilized for paint extraction to investigate their spectral properties. The method has been shown to be suitable for the inks classification and identification.

Keywords: inks of ballpoint pens, forensic methods, identification, spectrophotometry.

БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА ПЛОДОВ ВИДОВ РОДА *CRATAEGUS* L. В УСЛОВИЯХ БЕЛОГОРЬЯ

С.А. Бакшуттов
В.Н. Сорокопудов
И.А. Навальнева

Белгородский государственный
национальный исследовательский
университет, Россия,
г. Белгород, ул. Победы, 85.

e-mail: baks922@rambler.ru, sorokopu-
dov@bsu.edu.ru, iri-
na.navalneva@mail.ru

Статья посвящена изучению содержания аскорбиновой кислоты, каротиноидов, антоцианов и сахаров в плодах растений рода *Crataegus* L., выращенных в Ботаническом саду БелГУ. Выявлены среди видов источники по повышенному содержанию БАВ, которые могут использоваться в пищевой промышленности и для селекционных целей.

Ключевые слова: боярышник, биологически активные вещества, витамин С, аскорбиновая кислота, каротиноиды, антоцианы, сахара, сухие вещества.

Введение

В современных условиях жизнедеятельности человека с нервно-эмоциональным перенапряжением, недостаточной физической нагрузкой возникает особое состояние организма – гипокенизия, характеризующая определенный характер обмена веществ. В этой связи особое значение приобретает ценность продуктов питания по содержанию биологически-активных соединений.

Особое значение в полноценном питании человека принадлежит витамину С (аскорбиновая кислота). Он играет важную роль в окислительно-восстановительных процессах в организме, способствует устойчивости организма, повышает работоспособность, повышает устойчивость к инфекциям, интоксикации и др.

Хотя плоды и овощи являются основными источниками аскорбиновой кислоты, однако не все они характеризуются высокой С-витаминной активностью. Различия между отдельными видами достигают огромных размахов – от 3 мг% в винограде до 1000 мг% в ациролле.

Каротиноиды высших растений представлены двумя группами пигментов: α -каротинами и β -ксантофиллами. Основные функции каротиноидов фотозащитная, светособирающая, структурная, а также участие в фотохимических процессах. Каротиноиды играют также важную роль в репродукции растений: наряду с флавоноидами они создают яркую окраску у цветков, плодов и семян, что способствует опылению цветков и распространению семян. К наиболее распространенным пигментам плодов и цветков относятся β -каротин и ликопин [1].

Глюкоза – составная единица, из которой построены все важнейшие полисахариды – гликоген, крахмал, целлюлоза. Она входит в состав сахарозы, лактозы, мальтозы. Глюкоза быстро всасывается в кровь из желудочно-кишечного тракта, затем поступает в клетки органов, где вовлекается в процессы биологического окисления. Во время бодрствования организма энергия глюкозы восполняет почти половину его энергетических затрат [2, 3].

Антоцианы – красящие вещества (пигменты) растений красного, синего и фиолетового цвета. Антоцианы растворены в клеточном соке; вместе с другими пигментами определяют окраску плодов, цветков, листьев. В настоящее время антоцианы рассматривают как вторичные метаболиты. Они разрешены в качестве пищевых добавок (Е163). Наиболее распространенными являются цианидины [4].

Среди новых нетрадиционных культур средней полосы России особое место занимает боярышник, плоды которого уникальны по лечебно-диетическим достоинствам.



Боярышник – это пищевое, витаминное, лекарственное, декоративное растение, имеет крупные привлекательные цветки, высокую урожайность и может занять достойное место в садах Центрального Черноземья.

Многие виды боярышника – ценные пищевые и лекарственные растения. Зрелые плоды в свежем виде мягкие, мучнистые и вкусные, по лечебной ценности мало уступают шиповнику. Содержат от 4 до 11 % сахара, в основном фруктозы, так что их можно употреблять и при диабете, а также комплекс биологически активных веществ – три-терпеновых кислот (олеановой, урсоловой и кратеговой), холина и ацетилхолина, кверцетина, дубильных веществ, фитостероидов, винной и лимонной кислоты, витаминов А, С, Р. Содержание кислот невелико и колеблется от 0,26 до 0,93 %. В более сочных плодах оно выше, мучнистые суховатые плоды почти лишены кислот. Содержание витаминов достигает: витамина С – 31-108 мг% (у американских видов до 257,3), витамина Р – 330-680 мг%, каротин 2-4 мг% (у американских видов до 75). Довольно много пектина, который не только образует при переработке желе, но и выводит из организма соли тяжелых металлов и другие вредные вещества [5, 6].

Плоды крупноплодных видов вкусны, их можно есть свежими, перерабатывать на повидло, вино, компот и заваривать как чай. Однако боярышником не стоит злоупотреблять. Более 200 гр. ягод съедать за один раз не рекомендуется, так как это может вызвать резкое падение кровяного давления и нарушение ритма сердечных сокращений. Одна же розетка повидла из боярышника заменяет двукратный прием такого сильного сердечного средства, как адонизид. Плоды боярышников, имеющие сухую мучнистую мякоть, используют в основном сушеными. Их размалывают в муку, которую добавляют при выпечке хлеба и кондитерских изделий [6].

Цель нашей работы состояла в том, чтобы определить содержание биологически активных веществ в плодах боярышника.

Объекты и методы исследования

В ботаническом саду НИУ БелГУ интродуцировано 20 видов боярышника *Crataegus* L.: *C. arnoldiana* (Sarg.), *C. canadensis* (Sarg.), *C. chlorosarea* (Maxim.), *C. crusgalli* (L.), *C. douglasii* (Lindl.), *C. flabellata* ((Spach) Kirchn.), *C. holmesiana* (Ashe), *C. lumaria* (Ashe), *C. maximowiczii* (C.K.Schneid.), *C. monogyna* (Jacq.), *C. pentagyna* (Waldst. & Kit. ex Willd.), *C. persimilis* (Sarg.), *C. pringlei* (Sarg.), *C. punctata* (Jacq.), *C. rotundifolia* (Moench), *C. sanguinea* (Pall.), *C. turkestanica* (Pojark.), *C. ellwangeriana* (Sarg.), *C. submollis* (Sarg.), *C. macracantha* (Lodd). В настоящее время на 7-8 годах жизни генеративного возраста достигли 18 видов (90%), на которых проведены биохимические исследования. В 2009 г. количество плодоносивших видов было ниже – 13. Анализ содержания аскорбиновой кислоты в образцах, собранных в 2009 году, проводился после кратковременного их хранения в морозильной камере (-18°C). В 2010 г. количественный уровень витамина С проводился на свежесобранных плодах.

Биохимический анализ ягод проводили следующими методами:

1. Содержание аскорбиновой кислоты определяли спектрофотометрически с использованием 2,6-дихлорфенолиндофенола. Метод основан на редуцирующих свойствах аскорбиновой кислоты. Раствор 2,6-дихлорфенолиндофенола синего цвета (краска Тильманса) восстанавливается в бесцветное соединение экстрактами растений, содержащими аскорбиновую кислоту, при избытке краски в кислой среде кислотные вытяжки из плодов и ягод приобретают слабо-розовое окрашивание [7, 8].

2. Химизм ряда методов состоит в восстановлении альдозой виннокислого комплекса меди (II) до оксида меди (I) с последующим определением степени восстановления медных соединений. Восстановление инвертным сахаром окисной формы меди (раствор Фелинга) в закисную. В ходе реакции уменьшается концентрация комплексных ионов, содержащих Cu^{2+} , но изменение оптической плотности по неизвестным для нас причинам при этом никогда не используется в аналитических целях [2, 9].

3. Количественное определение ксантофиллов (в пересчете на доминирующий компонент) производили спектрофотометрическим методом (спектрофотометр

СФ-102) по поглощению света при длине волны максимума абсорбции ацетонового экстракта или реэкстракта каротиноидов в *n*-гексан с использованием соответствующих литературных значений удельной абсорбции ксантофиллов или каротинов [1].

4. Суммарное определение содержания антоцианов проводили спектрофотометрически на спектрофотометре типа СФ-102. Метод основан на реакции 0,1*n* соляной кислоты с антоцианами ягод и плодов [4].

5. Определение сухих веществ. Метод основан на высушивании плодов при 105°C в сушильном шкафу до постоянной массы навески (ГОСТ 28561-90) [10].

Результаты и обсуждение

В результате определения содержания аскорбиновой кислоты в плодах рода *Crataegus* собранных в 2009 г. было установлено, что среднее количество витамина С сохранившееся после хранения в морозильной камере составило 72,05±2,65 мг%, которое зафиксировано у следующих видов: *C. deksiflora*, *C. crus-galli*. Наименьшее содержание отмечено у видов: *C. maximowiczii* (64,93±1,75 мг%) и *C. arnoldiana* (65,93±1,78 мг%). Лидером по содержанию аскорбиновой кислоты является вид *C. macracantha* (80,96±2,19 мг%).

Наблюдения проведенные в плодах, собранных в 2010 году, показали резкое повышение содержания аскорбиновой кислоты, что связано с аномально жарким и сухим летом, например у *C. arnoldiana* содержание витамина С повысилось в 3,5 раза и составило (231,47±7,35 мг%). Также резкие изменения зафиксированы у *C. flabellate* (233,16±7,4 мг%), *C. crus-galli* (217,4±6,9 мг%), *C. submollis* (231,79±7,36 мг%). Все остальные виды не сильно изменили этот показатель и приблизились к литературным данным (табл. 1).

Полученные данные за 2009 год, что касается видов имеющих американское происхождение, отличаются от литературных, причиной чему могут быть особенности погодных условий в период формирования и созревания плодов боярышника.

Среднее количественное содержание сахаров в плодах боярышника составило 4,65±1,15 %. Виды, имеющие схожее содержание: *C. flabellate*, *C. deksiflora*, *C. canadensis*, *C. sanguinea*. Наименьшее количество сахаров отмечено у видов: *C. rotundifolia* (2,81±0,46 %), *C. ellwangeriana* (2,37±0,39 %). Максимальное – у *C. chlorosarea* 10,49±1,73%. Полученные нами результаты близки к литературным [3, 6].

Таблица 1

Содержание аскорбиновой кислоты в плодах *Crataegus*

Виды боярышника	Содержание аскорбиновой кислоты, мг%	
	2009	2010
<i>C. arnoldiana</i>	65,93 ± 1,78	231,47 ± 7,35
<i>C. flabellata</i>	70,42 ± 1,90	233,16 ± 7,40
<i>C. deksiflora</i>	72,27 ± 1,95	107,97 ± 3,63
<i>C. chlorosarea</i>	70,59 ± 1,91	116,00 ± 3,90
<i>C. canadensis</i>	73,32 ± 1,98	105,92 ± 3,56
<i>C. rotundifolia</i>	-*	113,39 ± 3,81
<i>C. macracantha</i>	80,96 ± 2,19	112,41 ± 3,78
<i>C. maximowiczii</i>	64,93 ± 1,75	101,87 ± 3,42
<i>C. monogyna</i>	70,29 ± 1,90	110,29 ± 3,71
<i>C. sanguinea</i>	-	119,95 ± 4,03
<i>C. turkestanica</i>	75,58 ± 2,04	91,26 ± 3,07
<i>C. crus-galli</i>	72,86 ± 1,97	217,40 ± 6,90
<i>C. ellwangeriana</i>	75,35 ± 2,04	111,91 ± 3,76
<i>C. pentagyna</i>	-	116,00 ± 3,90
<i>C. persimilis</i>	-	112,06 ± 3,77
<i>C. submollis</i>	-	231,79 ± 7,36
<i>C. holmesiana</i>	-	108,78 ± 3,66
<i>C. pringlei</i>	-	113,64 ± 3,82

* - образец не плодоносил



Плоды боярышника богаты каротиноидами. Максимальная оптическая плотность раствора в максимуме абсорбции составляет 447 нм, что соответствует каротиноиду – лютеину. Его среднее содержание составило $4,98 \pm 1,75$ мг/100г. Минимальное значение отмечено у: *C. sanguinea*, *C. elwangeriana*, *C. maximowiczii*, *C. rotundifolia*, которое находится в пределах (2,13 – 2,89 мг/100г). Максимальное значение принадлежит виду *C. monogyna* и составляет $13,43 \pm 3,40$ мг/100г (табл. 2).

Таблица 2

Содержание сахаров и каротиноидов в плодах *Crataegus*

Виды боярышника	Содержание БАВ			
	сахара, %		каротиноиды, мг/100г	
<i>C. arnoldiana</i>	3,39	± 0,56	4,40	± 1,11
<i>C. flabellata</i>	4,44	± 0,73	3,57	± 0,90
<i>C. deksiflora</i>	4,24	± 0,70	5,10	± 1,29
<i>C. chlorosarea</i>	10,49	± 1,73	6,31	± 1,60
<i>C. canadensis</i>	4,42	± 0,73	5,49	± 1,39
<i>C. rotundifolia</i>	2,81	± 0,46	2,89	± 0,73
<i>C. macracantha</i>	5,22	± 0,86	3,07	± 0,78
<i>C. maximowiczii</i>	3,17	± 0,52	2,50	± 0,63
<i>C. monogyna</i>	6,29	± 1,04	13,43	± 3,40
<i>C. sanguinea</i>	4,39	± 0,73	2,13	± 0,54
<i>C. turkestanica</i>	6,09	± 1,01	9,39	± 2,38
<i>C. crus-galli</i>	3,13	± 0,52	3,99	± 1,01
<i>C. elwangeriana</i>	2,37	± 0,39	2,47	± 0,62

Из изученных видов боярышника, источниками антоцианов могут служить два: пятипестичный и зеленомясый. Содержание антоцианов в них – $276,76 \pm 7,83$ и $163,33 \pm 6,93$ мг/100г, соответственно.

Содержание сухих веществ в плодах боярышника в среднем составляет 39,55%. Минимальное значение отмечено для *C. pringlei* – 30,53%, максимальное – *C. sanguinea* – 49,60%. Содержание сухих веществ отмечается ниже среднего уровня для большинства представленных видов (табл. 3).

Таблица 3

Содержание сухих веществ в плодах *Crataegus*

№	Виды боярышника	Сухие вещества, %
1	<i>C. holmesiana</i>	37,68
2	<i>C. canadensis</i>	46,19
3	<i>C. flabellata</i>	35,65
4	<i>C. pentagyna</i>	44,17
5	<i>C. crus-galli</i>	48,10
6	<i>C. deksiflora</i>	35,84
7	<i>C. persimilis</i>	45,82
8	<i>C. rotundifolia</i>	36,06
9	<i>C. turkestanica</i>	37,39
10	<i>C. monogyna</i>	42,31
11	<i>C. maximowiczii</i>	32,86
12	<i>C. sanguinea</i>	49,60
13	<i>C. submollis</i>	36,34
14	<i>C. chlorosarea</i>	45,00
15	<i>C. arnoldiana</i>	33,43
16	<i>C. macracantha</i>	43,39
17	<i>C. pringlei</i>	30,53
18	<i>C. elwangeriana</i>	31,62

Выводы

Исследование химического состава плодов рода *Crataegus* по содержанию биологически активных веществ позволяют выделить их для пищевой и фармацевтической промышленности как источники биологически активных веществ:



- сахаров: *C. flabellate*, *C. deksiflora*, *C. canadensis*, *C. sanguinea*;
- аскорбиновой кислоты: *C. flabellata* *C. arnoldiana*
- каротиноидов: *C. monogyna*
- сухих растворимых веществ: *C. sanguinea*

Список литературы

1. Третьяков М.Ю. Каротиноиды Белгородской флоры – для профилактики ретинопатии // «Современный наукоемкие лечебные и фармацевтические технологии для офтальмологии» для молодых ученых / Сборник материалов Всероссийской школы-семинара (Белгород, 28 сентября – 1 октября 2009 года) – Белгород: ИПЦ «ПОЛИТЕРРА», 2009. – С. 126-140.
2. Ермаков А.И., Арасимович В.В., Смирнова-Иконникова М.И. и др. Методы биохимических исследований растений / 2-е изд. испр. и доп. Л., 1972. 283 с.
3. Петрова В.П. Биохимия дикорастущих плодово-ягодных растений. Киев, 1986. 287 с.
4. Саенко И.И. Антоцианы Белгородской флоры – для профилактики ретинопатии // «Современный наукоемкие лечебные и фармацевтические технологии для офтальмологии» для молодых ученых / Сборник материалов Всероссийской школы-семинара (Белгород, 28 сентября – 1 октября 2009 года) – Белгород: ИПЦ «ПОЛИТЕРРА», 2009. – С. 114-126.
5. Атлас ареалов и ресурсов лекарственных растений СССР/ ВНИИ лекарств. растений и др. М, 1983. 340 с.
6. Петрова В.П. Дикорастущие плоды и ягоды. М., 1987. 248 с.
7. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / Под ред. Г.А.Лобанова. – Мичуринск, 1973. - С. 251-279.
8. ГОСТ 24556-89 Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения витамина С.
9. ГОСТ 8756.13-87 Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения сахаров.
10. ГОСТ 28561-90 Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения сухих веществ или влаги.

CONTENTS BAS FRUITS SOME SPECIES OF REPRESENTATIVES *CRATAEGUS*L. IN THE CONDITIONS OF THE BELGOROD AREA

S.A. Bakshutov
V.N. Sorokopudov
I.A. Navalneva

*Belgorod National Research University,
 Russia, Belgorod, Victory st., 85.*

e-mail: baks922@rambler.ru, sorokopudov@bsu.edu.ru, iri-na.navalneva@mail.ru

Article is devoted in the ascorbic acid, carotenoids, anthocyanins and sugars in the fruit of the genus *Crataegus* L., grown in the Botanical Garden of Belgorod State University.

Key words: hawthorn, biologically active substances, vitamin C, ascorbic acid, carotenoids, anthocyanins, sugar, dry matter.



УДК 543.54:547.973

АНТОЦИАНЫ ПЛОДОВ ЧЕРНОЙ СМОРОДИНЫ МОСКВЫ И САНКТ-ПЕТЕРБУРГА¹

**Л.А. Дейнека¹, И.П. Анисимович¹
Е.И. Шапошник¹, А.Н. Чулков¹
В.И. Дейнека¹, О.Н. Аладина²
С.В. Акимова², Г.А. Фирсов³
Д.В. Дейнека⁴**

¹ Белгородский государственный национальный
исследовательский университет,
308015 г. Белгород, ул. Победы 85

e-mail: deineka@bsu.edu.ru

² РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева,
127550 г. Москва, ул. Тимирязевская, 49

³ Ботанический институт им. В.Л. Комарова
РАН, 197022, г. Санкт-Петербург
ул. Профессора Попова, 2,

⁴ ООО «ФЛОРА-БАВ», 308015 г. Белгород,
ул. Победы 85

Методами ВЭЖХ и спектрофотометрии исследовано накопление антоцианов в плодах *Lonicera caerulea* L., выращенных в Москве и Санкт-Петербурге. Установлено, что основные компоненты антоцианового комплекса те же, что и для сортов из ботанического сада БелГУ: дельфинидина и цианидина 3-глюкозиды и 3-рутинозиды, строение которых подтверждено спектрофотометрическим и масс-спектрометрическим методами. Установлено, что уровень накопления антоцианов в плодах практически не зависит от условий выращивания, а определяется сортом (происхождением) растения. Для российских сортов средний показатель уровня накопления составляет 0.182 г на 100 г свежих плодов при довольно большом разбросе по сортам - порядка ± 0.120 . А для сорта скандинавского происхождения, выращенного в Санкт-Петербурге, получен существенно более высокий результат - 0.445 - 0.455 г на 100 г.

Ключевые слова: плоды, черная смородина, сорта, антоцианы, ВЭЖХ, ESI/MS

Введение

Экспансия офтальмологических препаратов на основе плодов черники на аптечном рынке во многих странах мира связана с положительным влиянием антоцианов, накапливаемых в больших количествах в этих плодах, на зрительный аппарат человека [1]. При этом, по всей видимости, этот эффект связан с антиоксидантным действием антоцианов, а эта активность высока у всех обычных природных антоцианов [2, 3]. Поэтому не удивительно, что и антоцианы плодов черной смородины также проявили высокую активность в этом отношении [4]. Следовательно, в ряде регионов (в том числе и в Центральном Черноземье) с неподходящим для выращивания черники климатом можно рекомендовать употребление для профилактики офтальмологических заболеваний плодов черной смородины, или экстракты из плодов использовать для приготовления соответствующих готовых форм.

Хорошо известно, что уровень накопления биологически активных веществ (и антоцианов в том числе) может зависеть от сорта [5 - 7], степени созревания [8, 9] и условий произрастания. Однако работ по сопоставлению накопления биологически активных веществ в различных регионах мира (или хотя бы России) для одного и того же не только сорта, но даже и вида растений, по крайней мере по антоцианам, нами в литературе не обнаружено.

Имея большой опыт по определению уровня накопления антоцианов в плодах черной смородины в условиях Белгорода [7, 8], мы решили сопоставить эти уровни с накоплением антоцианов в плодах черной смородины, выращенной в Москве и в Санкт-Петербурге. Это важная технологическая задача, решение которой необходимо для организации производства натуральных колорантов из растительного сырья.

¹ Работа выполнена в рамках реализации и при финансовой поддержке Федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 гг., госконтракт № П508 от 14.05.2010 «Разработка технологии изостатического прессования продуктов растительного происхождения».

Материалы и методы исследования

Плоды черной смородины были привезены из учебно-опытного хозяйства РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева урожая 2011 года (в замороженном состоянии) и из Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН.

Экстракты антоцианов получали настаиванием плодов в 0.1 М водном растворе HCl при разминании плодов до сравнения окраски остатка с окраской раствора, что обеспечивало более чем 98%-ное извлечение антоцианов. Спектры экстрактов записывали с использованием спектрофотометра СФ-56 в кварцевых или стеклянных кюветах относительно водно-спиртовой смеси. Перед измерением оптической плотности растворы разбавляли в необходимое число раз и фильтровали через бумажный фильтр. Содержание антоцианов приводили в пересчете на цианидин-3-гликозид, используя литературное значение коэффициента молярного погашения, $\epsilon = 26900$ л/(моль·см) [8].

Для ВЭЖХ использовали комплект оборудования фирмы Agilent 1200 Infinity с диодно-матричным детектором. Колонка: 250×4.6 мм Symmetry C18, 5 мкм; термостатирование при 40°C. Подвижная фаза: 8 об.% ацетонитрила и 10 об.% муравьиной кислоты в воде, скорость подачи – 1 мл/мин.

Результаты исследования и их обсуждение

Качественный состав

Качественный состав антоциановых комплексов плодов для всех исследованных образцов оказался довольно простым – основные компоненты 3-гликозиды и 3-рутинозиды дельфинидина и цианидина превращали процедуру ВЭЖХ исследования в монотонную рутинную работу – менялись только соотношения между этими четырьмя антоцианами, рис. 1. Это полностью соответствовало литературным данным по антоцианам черной смородины [10 - 11] и подтверждает справедливость предложения использовать плоды черной смородины, хорошо сохраняющие антоцианы и доступные в настоящее время круглый год (зимой – в замороженном состоянии) в качестве стандартизованного источника для хроматографических метчиков [12].

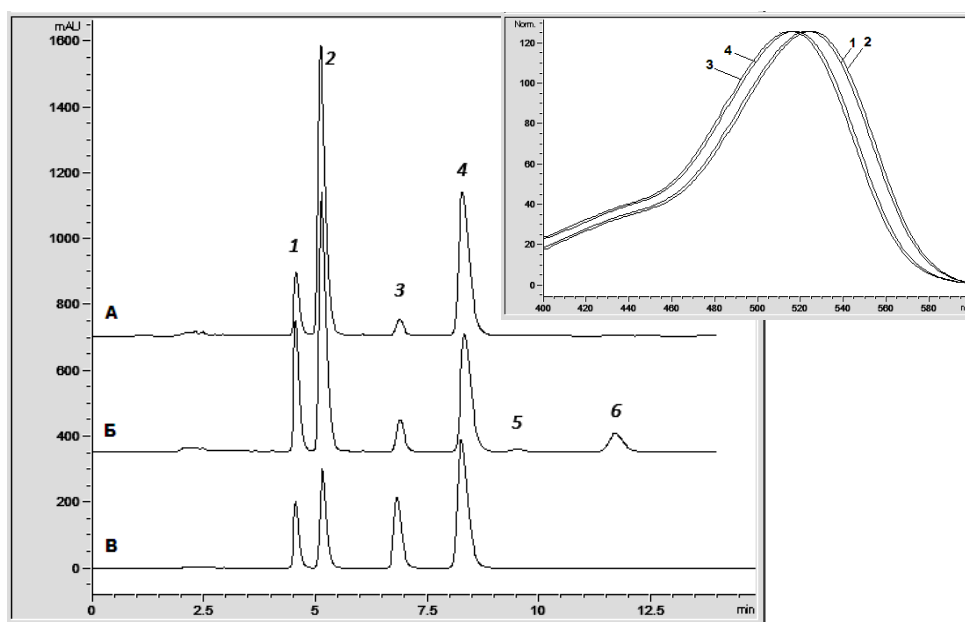


Рис. 1. Разделение антоцианов плодов черной смородины

1 – Dp-3-Glu, 2 – Dp-3-Rut, 3 – Cy-3-Glu, 4 – Cy-3-Rut. Колонка: 4.6×250 мм Symmetry C18; подвижная фаза – 7 об.% CH₃CN и 10 об.% HCOOH в воде; 1 мл/мин; 515 нм. Плоды сортов: А – Зуша, Б – Нара и В – Алтайская ядреная.

Подтверждением правильности отнесения антоцианов могут служить, во-первых, спектральные характеристики пиков, записанные непосредственно в ячейке детектора. Причем для обоих антоцианидинов переход от 3-глюкозида к 3-рутинозиду сопровождается батохромным смещением максимума абсорбции на ~2 нм, рис.1. Наконец, во-вторых, масс-спектры этих веществ полностью подтверждают предложенное на рис.1 отнесение – по M/z молекулярных ионов и конечного продукта фрагментации – молекулярных ионов агликонов – цианидина (287) и дельфинидина (303), рис.2.

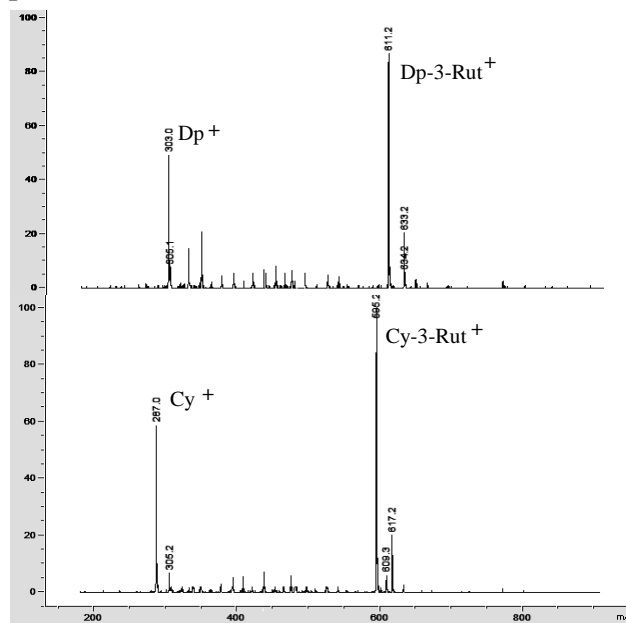


Рис. 2. ESI/MS спектры 3-рутинозидов дельфинидина (Dp-3-Rut) и цианидина (Cy-3-Rut)

Следует отметить, что хроматографическая картина разделения четырех основных антоцианов плодах черной смородины характеристична, и мало зависит как от состава подвижной фазы так и от марки стационарной фазы, поэтому нет смысла каждый раз подтверждать состав этих компонентов специальными и не всегда доступными методами. Необходимо только помнить, что в слишком медленных элюентах возможны проблемы в разделении Dp-3-Rut и Cy-3-Glu, а в очень быстром элюенте могут возникнуть проблемы в разделении Dp-3-Glu и Dp-3-Rut. Все указанные проблемы легко решаются анализом карты разделения [13], для построения которой достаточно записи хроматограмм в двух различных составах подвижных фаз, рис. 3.

Строго говоря, кроме четырех основных антоцианов в плодах обычно в следовых количествах обнаруживаются еще много соединений, но только в сорте «Нара» заметен вклад производных петунидина (0.7 % - 3-глюкозида и 5.9% - 3-рутинозида). В целом, для большинства сортов доля производных дельфинидина выше доли производных цианидина и вклад 3-рутинозидов превышает вклад 3-глюкозидов, табл. 1, что соответствует данным по плодам, выращенным в Белгороде.

К сожалению сорта черной смородины из Главного ботанического сада (г. Москва) и из Ботанического сада БелГУ мало пересекаются, но для одноименных сортов уровень накопления антоцианов по полученным в работе результатам не зависит от региона произрастания (в отличие от жимолости синеплодной – по нашим предварительным данным), табл. 2.

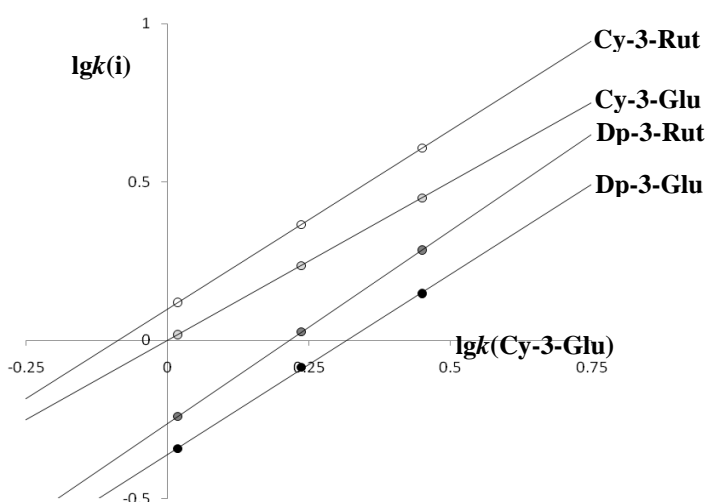


Рис. 3. Карта разделения основных антоцианов плодов черной смородины

Таблица 1

Антоцианы и антиоксидантная активность плодов черной смородины из Главного ботанического сада (Москва, 2001 г.)

№	Сорт	с*(ант.)	АОА**, мМ(е ⁻)/г	Доля антоциана, % (по площади пиков)			
				Dp-3-Glu	Dp-3-Rut	Cy-3-Glu	Cy-3-Rut
1	Пигмей	0.175	0.0319	12.7	54.3	3.4	26.7
2	Софья	0.188	0.0243	8.3	53.5	2.6	33.1
3	Экзотика	0.192	0.0285	5.8	55.3	1.9	35.0
4	Велой	0.258	0.0454	20.6	39.5	8.1	29.7
5	Сокровище	0.152	0.0476	11.5	48.6	4.0	34.0
6	Зуша	0.250	0.0347	8.1	50.9	2.8	36.2
7	Ажурная	0.119	0.0357	12.3	46.6	5.2	34.5
8	Нара	0.259	0.0347	15.9	41.7	5.3	27.0
9	Лентяй	0.204	0.0368	14.3	41.6	7.3	36.0
10	Вологда	0.112	0.0275	15.1	40.3	8.4	33.5
11	Гуливер	0.114	0.0233	13.4	40.6	5.6	34.9
12	Гармония	0.146	0.0240	10.8	43.0	4.8	38.3
13	Навля	0.136	0.0240	21.5	30.3	10.2	36.0
14	Ксюша	0.152	0.0191	6.2	31.8	4.8	52.1
15	Алтайская ядреная	0.116	0.0323	12.0	21.9	18.5	46.0

* - концентрация антоцианов в пересчете на Cy-3-Glu, г/100 г плодов; ** - емкостной параметр водного экстракта плодов, в моль электронов на 1 г плодов.

Таблица 2

Сопоставление уровня накопления антоцианов при выращивании в различных регионах

Сорт	Содержание антоцианов, г на 100 г		
	Белгород	Москва	СПб
Селеченская	0.156 ± 0.038	0.177	-
Белорусская сладкая	0.221 ± 0.031	-	0.164
Муравушка	0.173 ± 0.046	0.152	-
Нара	0.248 ± 0.062	0.259	-
Гуливер	0.114 ± 0.052	0.114	-
Журавушка	0.173 ± 0.046	0.152	-
Среднее значение*	0.182 ± 0.120	0.173	0.182

* - для всех изученных сортов



В таком случае определяющим уровень накопления антоцианов параметром может быть сорт и его происхождение, что подтверждается выводами литовских исследователей [9]. Приведенные в табл.2 данные лишь немногим уступают средним значениям, приводимым в литературе – 250 мг на 100 г свежих плодов [14]. Но по данным литовских ученых [9] в литовских сортах уровень накопления антоцианов заметно выше – от 274.9 до 499.1 мг/100 г, что соответствует этому показателю для скандинавских сортов (350 ÷ 450 мг на 100 г). Наконец, по рекламной информации новозеландских специалистов (<http://www.nzblackcurrants.com/blackcurrants-vs-bilberries-blueberries/>) в плодах местных сортов «Ben Rua» и «Ben Ard» накопление антоцианов сопоставимо с черникой, выращенной в Швеции (0.518 и 0.584 г на 100 г плодов, соответственно), при почти на два порядка более высокой концентрации витамина С. Первостепенная значимость сорта для получения продукции, обогащенной антоцианами, подтверждается и нашими данными о том, что плоды выращенной в Санкт-Петербурге черной смородины скандинавского происхождения действительно имели превосходный показатель – 0.445 – 0.455 г на 100 г.

Выводы

Таким образом, в работе установлено, что уровень накопления антоцианов в плодах черной смородины зависит в основном от сорта растения, а не от климатических условий выращивания.

Список литературы

1. Дейнека В.И., Григорьев А.М., Дейнека Л.А., Шапошник Е.И., Староверов В.М. Исследование антоцианов черники в плодах и препаратах на ее основе. // Зав. лаб. - 2006. - №3. - С. 16-20.
2. Wang H., Cao G., Prior R. Oxygen radical absorbing capacity of anthocyanins // J. Agric. Food Chem. - 1997. - V.45. - P. 304-309.
3. Einbond L.S., Reynertson K.A., Luo X.-D., Basile M.J., Kennelly E.J. Anthocyanin antioxidants from edible fruits // Food Chem. - 2004. - V.84. - P. 23-28.
4. Nakaishi H., Matsumoto H., Tominaga S., Hirayama M. Effects of Black Currant Anthocyanoside Intake on Dark Adaptation and VDT Work-induced Transient Refractive Alteration in Healthy Humans // Altern. Med. Rev. - 2000. - V.5. - P. 553-562.
5. Moyer R.A., Hummer K.E., Finn C.E., Frei B., Wrolstad R.E. Anthocyanins, Phenolics, and Antioxidant Capacity in Diverse Small Fruits: *Vaccinium*, *Rubus*, and *Ribes* // J. Agric. Food Chem. - 2002. - V.50. - P. 519-525.
6. Hellstrom J., Nietaranta T., Karhu S., Mattila P., Tiikkala T., Vetelainen M. High variability in anthocyanin content between different blackcurrant varieties // NJF Report. - 2010. - V.6. - P. 116-118.
7. Дейнека В.И., Л.А. Дейнека, Шапошник Е.И., Сорокопудов В.Н. Сиротин А.А. Антоцианы черной смородины: экстракция и сушка // Известия Вузов. Сер. Химия и химическая технология. 2006. т.49. вып.11. С. 77-80.
8. Дейнека В.И., Григорьев А.М., Староверов В.М., Сиротин А.А. Основные антоцианы некоторых растений семейства *Grossulariaceae* // Химия природных соединений. - 2003. - №4. - С. 324-325.
9. Rubinskiene M., Viškelis P., Stanys V., Šikšnianas T., Sasnauskas A. Quality changes in black currant berries during ripening // Sci. Works Lithuan. Inst. Hort. Lithuan. Univer. Agric. So. din. Darž. - 2008. - V.27. - P. 235-243.
10. Slimestad R., Solheim H. Anthocyanins from Black Currants (*Ribes nigrum* L.) // J. Agric. Food Chem. - 2002. - V.50. - P. 3228-3231.
11. Nielsen I.L.F., Haren G.R., Magnussen E.L., Dragsted L.O., Rasmussen S.E. Quantification of anthocyanins in commercial black currant juices by simple high-performance liquid chromatography. Investigation of their pH stability and antioxidative potency // J. Agric. Food Chem. - 2003. - V.51. - P. 5861-5866.
12. Дейнека Л.А., Шапошник Е.И., Гостищев Д.А., Дейнека В.И., Сорокопудов В.Н., Семенов В.Ф. ВЭЖХ в контроле антоцианового состава плодов черной смородины // Сорбц. хром. процесс. - 2009. - Т.9, Вып.4. - С. 529-536.

13. Дейнека В.И. Карта хроматографического разделения и инкрементные зависимости в методе относительного анализа удерживания в ВЭЖХ // Ж. физ. химии. - 2006. - Т.80, №3. - С. 511-516.

14. Sójka M., Guyot S., Kołodziejczyk K., Król B., Baron A. Composition and properties of purified phenolics preparations obtained from an extract of industrial blackcurrant (*Ribes nigrum* L.) pomace // J. Hortic. Sci. Biotechnol. – 2009. - Special Issue. – P. 100–106.

FRUIT ANTHOCYANINS OF MOSCOW AND ST.PETERBOURG BLACKCURRANTS

L.A. Deineka¹, I.P. Anisimovich¹

E.I. Shaposhnik¹, A.N. Chulkov¹

V.I. Deineka¹, O.N. Aladina²

S.V. Akimova², G.N. Firsov³

D.V. Deineka⁴

¹Belgorod National Research
University, 308015 Belgorod Pobeda str.85

e-mail: deineka@bsu.edu.ru

²Russian State Agricultural University-
МГАУ, 127550 Moscow, Timiriazeva str. 49.

³Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, 197022, г. Санкт-Петербург
ул. Профессора Попова, 2,

⁴«Flora-BAC» Ltd. 308015 Belgorod Pobeda
str.85

Методами ВЭЖХ и спектрофотометрии исследовано накопление антоцианов в плодах *Lonicera caerulea* L., выращенных в Москве и Санкт-Петербурге. Установлено, что основные компоненты антоцианового комплекса те же, что и для сортов из ботанического сада БелГУ: дельфинидина и цианидина 3-глюкозиды и 3-рутинозиды, строение которого подтверждено спектрофотометрическим и масс-спектрометрическим методами. Установлено, что уровень накопления антоцианов в плодах практически не зависит от условий выращивания, а определяется сортом (происхождением) растения. Для российских сортов средний показатель уровня накопления составляет 0.182 г на 100 г свежих плодов при довольно большом разбросе по сортам - порядка ± 0.120 . А для сорта скандинавского происхождения, выращенного в Санкт-Петербурге, получено существенно более высокий результат - 0.445 – 0.455 г на 100 г.

Key words: fruits, blackcurrant, *Ribes nigrum*, cultivars, anthocyanins, HPLC, ESI/MS.



УДК 615.322:543.544.5.068.7

КАРОТИНОИДЫ ЛЕПЕСТКОВ ЦВЕТКОВ КАЛЕНДУЛЫ

В.И. Дейнека
И.А. Гостищев
М.Ю. Третьяков
И.В. Индина

Белгородский государственный
национальный
исследовательский
университет

e-mail: deineka@bsu.edu.ru

В работе исследован каротиноидный комплекс лепестков цветков *Calendula officinalis*, выращенных в Белгороде. В свежих лепестках цветков календулы методом обращено-фазовой ВЭЖХ с диодно-матричным детектором и ТСХ неомыленных ацетоновых экстрактов по удерживанию и по спектральным параметрам идентифицированы изомеры ликопина, γ -, α - и β -каротинов, неэтерифицированные флавоксантин, лютеин и рубиксантин, моноэфиры флавоксантина и лютеоксантина. Цветки желтой окраски отличаются от цветков оранжевой окраски главным образом меньшим вкладом изомеров ликопина, γ -каротина и рубиксантина. Обращено внимание на существующую в научной и, особенно, в рекламной информации путаницу между календулой и бархатцами.

Ключевые слова: *Calendula officinalis*, каротиноиды, ВЭЖХ, ТСХ, спектроскопия.

Введение

Календула, *Calendula*, – род растений, включающий от 10 до 20 видов [1] как однолетних, так и многолетних растений семейства сложноцветные, родина которых – от Макаронезии через Средиземноморье до Ирана. Календула лекарственная (*C. officinalis* L.) относится к числу хорошо известных во всем мире и в России [1, 2] лекарственных и повсеместно выращиваемых в декоративных целях растений. В настоящее время в современной рекламной и научной отечественной литературе возникло заблуждение связанное, по-видимому, с английским названием растения – pot marigold, поскольку имеются и другие созвучные названия: corn marigold (*Glebionis segetum*), desert marigold (*Baileya*), marsh marigold (*Caltha palustris*) и, особенно, French marigold (*Tagetes patula*) и African marigold (*Tagetes erecta*). При пренебрежении к научной точности переводов в многочисленных рекламных материалах календула заменила бархатцы, цветки которых и только которых являются уникальным источником лютеина [3].

Ботаническая путаница присутствует и в публикациях иностранных авторов (не говоря о ее полном засилии на английском же языке в рекламной информации). Так, в монографии, посвященной обзору использования ВЭЖХ в фитохимическом анализе [4] на стр. 672 в одном абзаце, посвященном обзору работ по определению каротиноидов *Calendula officinalis*, вначале обсуждается использование этого метода для разделения изомеров лютеина в омыленном экстракте «marigold», и диэфиров лютеина в исходном экстракте, причем в цитированных работах исследовались каротиноиды цветков бархатцев. А затем, в этом же абзаце, речь идет о каротиноидах действительно календулы.

Благодаря накоплению большого числа разнообразных классов биологически активных веществ [2, 5] календула во всем мире признана как лекарственное растение и включена в официальную фармакопею РФ [6], являясь источником получения ряда лекарственных препаратов:

- 1) Ноготков цветки (Flores *Calendula officinalis*) содержат флавоноиды, каротиноиды, сапонины, дубильные вещества и др. Применяют в виде настоя (10 г на 200 мл воды) в качестве антисептического и противовоспалительного средства при ангине и воспалительных заболеваниях полости рта для полосканий. Возможно и применение внутрь. Впрочем, в воду каротиноиды как липофильные соединения не будут переходить, т.е. роль каротиноидов в данном случае условна.

- 2) Настойка календулы (*Tinctura Calendulae*) – спиртовая (на 70%-ном спирте, 1:10) цветков и цветочных корзинок, которую применяют при порезах, гнойных ранах, для полоскания горла...
- 3) Мазь «Календула» (*Unguentum «Calendula»*) – эмульсия настойки календулы и вазелина; применяется наружно для смазывания порезов, ожогов и пр.

В аптеках можно приобрести также и «Масло ноготков» или календулы (*Oleum Calendulae*), которое получают настаиванием краевых цветков или целых цветочных корзинок календулы в растительном масле. Масло обладает антисептическим, бактерицидным, противовоспалительным, регенерирующим, ранозаживляющим, смягчительным и солнцезащитным действием.

И, хотя каротиноиды (как нерастворимые в воде и плохо растворимые в этаноле соединения) не обязательно являются основными действующими веществами всех препаратов на основе цветков календулы, их значимость в общем случае не вызывает сомнения и поэтому их определению посвящено несколько работ. В недавно изданной монографии [7] обобщены известные сведения о каротиноидах, накапливаемых в цветках этого растения. В итоге список видов каротиноидов оказывается более чем внушительным, включающим большой перечень веществ из обычных для сложноцветных растений схем биосинтеза (схема 1), – в их число входят различные углеводородные производные: β-каротин, γ-каротин, δ-каротин, ликопин, нейростпорин, фитоин, фитофлуин; ксантофиллы – рубиксантин, зеаксантин, зеаксантин, виолаксантин, флавохром, мутатохром, флавоксантин, хризантемаксантин. При этом известно, что существует взаимосвязь между компонентным составом каротиноидов и местом произрастания растения.

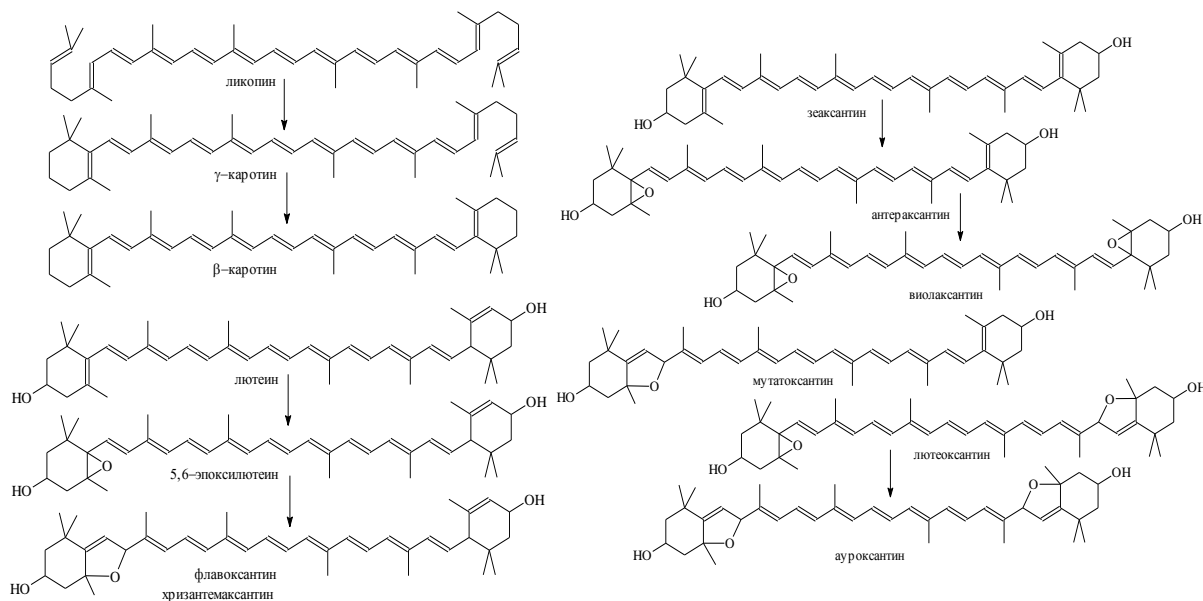


Схема 1. Некоторые каротиноиды – углеводороды

В Англии [8] в лепестках цветков календулы обнаружили среди углеводов: фитофлуин (0,4%), β-(13,8%), γ-(14,1%) и ζ-(7,8%)-каротины и ликопин (59,1%), а среди ксантофиллов – 11 компонентов, основными из которых были – хризантемаксантин (26,3%), флавоксантин (24,5%), мутатохром (17,8%), соединения типа рубиксантина и аурохрома (по 7,4%). На лютеин приходилось лишь 5,2% от суммы ксантофиллов (доля которых составляла в свою очередь 54,7% от суммы всех каротиноидов), что является недостаточным для причисления этого растения к источникам лютеина. В работе венгерских ученых [9] основными компонентами каротиноидного комплекса цветков оказались флавоксантин и ауроксантин.



Впрочем, такой набор каротиноидов может быть с успехом использован для получения колорантов для пищевой промышленности [10] – для окраски коровьего масла или карамельных конфет.

В обстоятельном исследовании каротиноидного состава цветков календулы трех сортов оранжевой окраски и трех сортов желтой окраски [11] был использован метод ВЭЖХ с колонкой УМС Carotenoid (250×4,6 мм, 5мкм) в градиентном режиме 0/100, 12/100, 96/0 (мин/%А), где А: метанол – метил-*трет*-бутиловый эфир – вода (90:6:4 по объему), а Б: метанол – метил-*трет*-бутиловый эфир – вода (25:71:4 по объему), после омыления экстрагированных ацетоном каротиноидов, очищенных в двухфазной системе диэтиловый эфир – 10%-ный водный раствор NaCl.

В результате выполненного исследования авторы констатировали большое различие в каротиноидных комплексах лепестков цветков желтых и оранжевых окрасок. И если в составе ксантофиллов различия не обязательно большие – здесь во всех случаях основной компонент – флавоксантин (известен как пищевой колорант под номером E161a) и немногим меньше доля (8'R)-лютеоксантина, то в лепестках желтой окраски отсутствуют изомеры рубиксантина, ликопина и других каротиноидов углеводородного состава.

В работе Pintea и сопр. [79] в лепестках цветков календулы оранжевой окраски сорта «Double Estrel Orange», содержащих 0,276 мг/г свежих лепестков, основными каротиноидами оказались β-каротин (16,7%), рубиксантин (14,4%), флавоксантин (14,1%), ликопин (14,0%), γ-каротин (12,2%), лютеин (9,2%), лютеоксантин (8,9%), лактукаксантин (4,5%) и другие минорные компоненты. При переходе к желто-оранжевым цветкам сорта «Bonbon Abricot» при общем снижении накопления каротиноидов до 0,048 мг/г основным каротиноидом оказывается флавоксантин (42,1%); несколько меньше лютеоксантина (19,0%), лютеина (12,3%) и лактукаксантина (11,3%) и др. Отметим, что в работе использовали традиционную C18-фазу – Nucleosil ODS, 5 мкм (250×4,6 мм) в градиентном режиме из двух базовых растворов А (ацетонитрил – вода 9:1 с добавкой 0,25% триэтиламина) и Б (этилацетат с добавкой 0,25% триэтиламина).

Таким образом, по литературным данным каротиноидный комплекс календулы довольно сложен; лютеин в нем присутствует, но не является основным компонентом, поэтому следует различать каротиноиды, экстрагированные из лепестков календулы и бархатцев как принципиально различные по составу.

Поскольку хорошо известно, что накопление любых биологически активных веществ может зависеть от условий произрастания, то целью настоящей работы было исследование каротиноидного комплекса лепестков цветков календулы, выращенной в условиях Белгорода с использованием ВЭЖХ с диодно-матричным детектором, позволяющим записывать спектры веществ непосредственно в ячейке детектора, причем была поставлена задача – исследование неомыленного экстракта.

Материалы и методы исследования

Для получения экстрактов использовали растения с желтой и оранжевой окраской цветков выращиваемые в течение ряда лет на базе филиала Всероссийского института лекарственных и ароматических растений (ВИЛАР) Белгородский район. Каротиноиды экстрагировали из свежих лепестков ацетоном при растирании в фарфоровой ступке под слоем растворителя, который добавляли в ступку небольшими порциями (по 3 ÷ 5 мл). Экстракты отбирали одноразовым шприцем в мерную колбу. Число последовательных экстрактов определялось по отсутствию окраски новой порции экстракта. Сумму экстрактов доводили до метки ацетоном и записывали спектры после фильтрования через фильтрующую насадку с диаметром пор 0,4 мкм. Для ВЭЖХ ацетоновые экстракты упаривали на вакуумном ротационном испарителе, а для ТСХ переводили реэкстракцией в *n*-гексан с добавлением 10%-ного водного раствора хлорида натрия.

ТСХ осуществляли на отечественных пластинах Сорбфил (Краснодар, РФ). Для ВЭЖХ использовали комплект оборудования фирмы Agilent 1200 Infinity с диодно-матричным детектором. Колонка: 250×4 мм Reprosil-Pur C18-AQ, 5 мкм.

Результаты исследования и их обсуждение

Спектры ацетоновых экстрактов, представленные на рис.1, свидетельствуют о том, что, как и утверждалось в научной литературе, основной компонент в обоих случаях имеет второй максимум при 422 нм, что соответствует флавоксантину. Каротиноидный комплекс цветков оранжевой окраски отличается наложением на такой спектр явно длинноволновых максимумов, скорее всего от ликопина, хотя точно вычислить положение λ_{\max} нового компонента при этом практически невозможно. Поэтому важнейшим методом анализа компонентного состава может быть ВЭЖХ.

Методом ТСХ было установлено, что в образцах имеются каротиноиды углеводородного типа, ксантофиллы и моноэфир ксантофиллов, содержание диэфиров ксантофиллов оказалось незначительным, рис. 2. Каротиноиды углеводородного типа наиболее слабо удерживаются в условиях нормально-фазовой хроматографии. Но отличить их от также слабоудерживаемых диэфиров ксантофиллов (как и моноэфиров моногидрокси-производных) можно при небольших добавках (около 0,1:10) ацетона к *n*-гексану, рис. 2а, поскольку они заметно медленнее перемещаются по слою сорбента в подвижных фазах со слабой элюирующей силой. В подвижных фазах, содержащих умеренные добавки ацетона (около 2:10) к *n*-гексану, можно установить присутствие или отсутствие моноэфиров ксантофиллов диольного типа, рис. 2б.

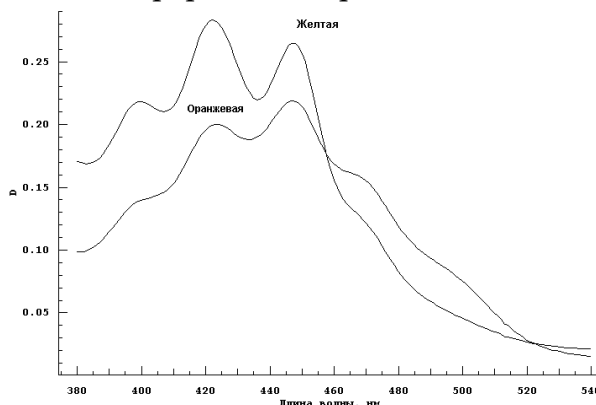


Рис. 1. Спектры ацетонового экстракта лепестков цветков календулы двух цветов

Хроматограммы неомыленных экстрактов цветков обоих цветов оказались сложными – видны несколько основных соединений и множество минорных компонентов. По сопоставлению с хроматограммой смеси ликопина и β -каротина легко можно определить время удерживания этих компонентов, рис. 3.

Поскольку компонентный состав обоих образцов в качественном отношении был одинаков, то более подробно в дальнейшем исследовали каротиноидный состав экстракта цветков календулы оранжевой окраски в более медленных элюентах (50 об.% ацетонитрила в ацетоне) рис. 4 и (60 об.% ацетонитрила в ацетоне) рис. 5. Однако и в этих элюентах были проблемы с разделением компонентов экстракта, причем уменьшение элюирующей силы не приводило к улучшению разделения – во втором элюенте хуже разделяются средние группы пиков.

Первые три компонента, являющиеся наименее липофильными, лучше разделены во втором элюенте. Спектры этих соединений весьма характеристичны: первое из них, рис.5, имеет λ_{\max} 399, 422 и 448 нм, что соответствует лютеоксантину, флавоксантину или их смеси, поскольку их спектральные параметры очень близки по литературным данным [11] (они имеют одинаковую хромофорную цепочку двойных связей).

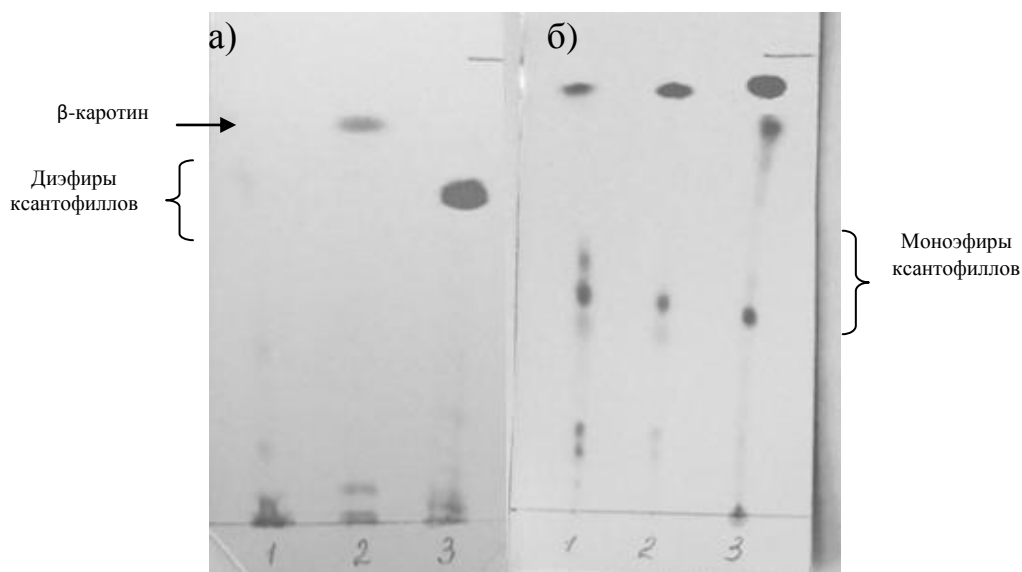


Рис. 2. Разделение каротиноидов в условиях ТСХ на пластинах Сорбфил (SiO_2) Экстракт лепестков цветков календулы 1 – желтого и 2 – оранжевого цветов; 3 – лепестков цветков бархатцев. Подвижные фазы: ацетон/*n*-гексан - а) 0,2:10; б) 2:8.

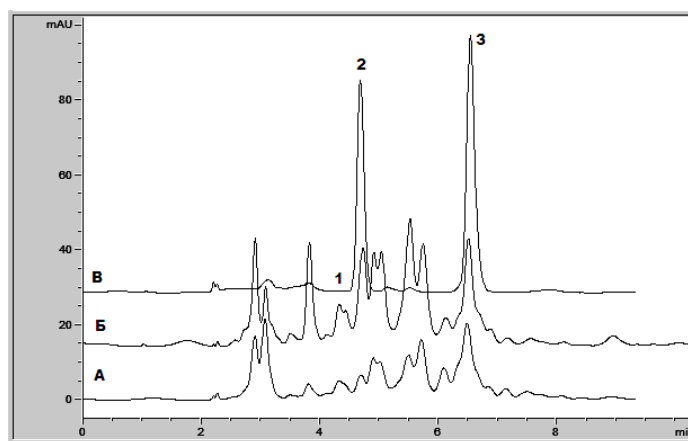


Рис. 3. Разделение каротиноидов цветков календулы желтой (А) и оранжевой (Б) окраски на фоне смеси ликопина и β -каротина
1 – β -криптоксантин, 2 – ликопин, 3 – β -каротин; 250 \times 4 мм Reprosil-Pur 5C18-AQ, 33 об.% ацетонитрила в ацетоне; 1 мл/мин.

Пик №2 имеет спектр, идентичный спектру лютеина в данном растворителе (446 и 474 нм). Максимумы абсорбции пика №3 смещены батохромно на 16 ÷ 17 нм, что указывает на наличие хромофора с одним нециклическим концевым фрагментом – как у γ -каротина, но низкая хроматографическая подвижность указывает на наличие гидроксильной группы. Следовательно, пик №3 (рис. 5) принадлежит рубиксантину, схема 2, причем очевидно присутствие в нем нескольких *цис,транс*-изомеров – и по уширению пика и по наличию *цис*-пика в спектре.

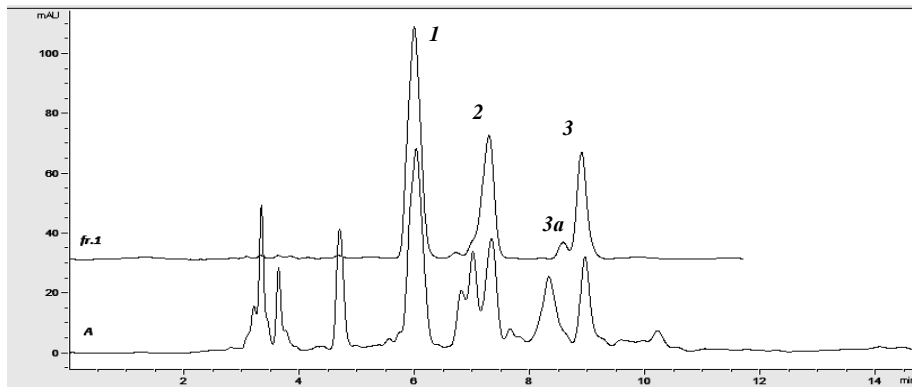


Рис. 4. Разделение каротиноидов цветков календулы оранжевой 250×4 мм Reprosil-Pur 5C18-AQ, 50 об.% ацетонитрила в ацетоне; 1 мл/мин.

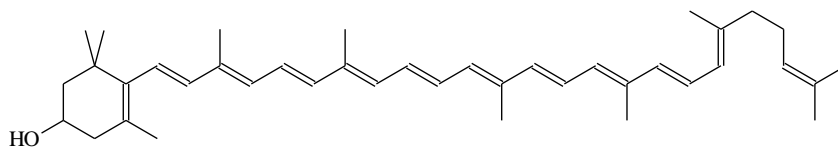


Схема 2. Строение рубиксантина

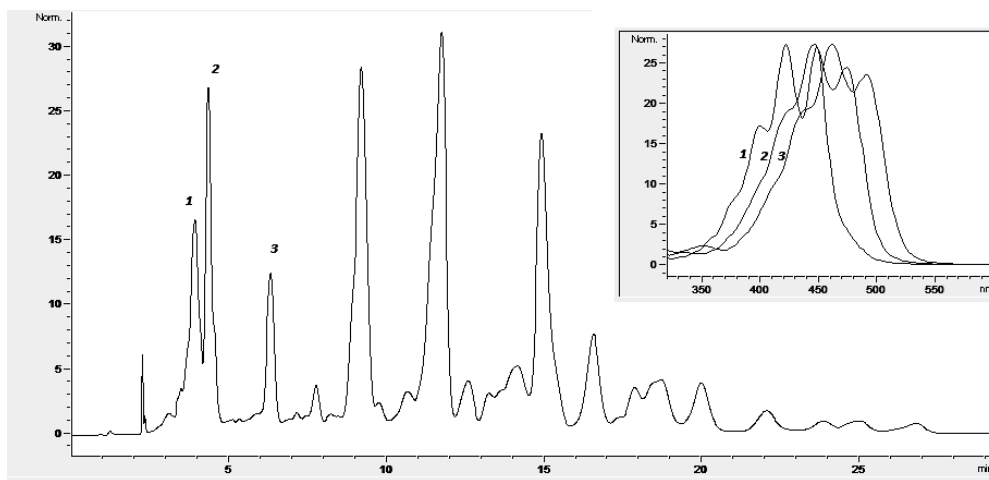


Рис. 5. Разделение каротиноидов цветков календулы оранжевой 250×4 мм Reprosil-Pur 5C18-AQ, 60 об.% ацетонитрила в ацетоне; 1 мл/мин.

На рис.4, кроме хроматограммы всего экстракта, приведена хроматограмма смеси углеводородных компонентов. Углеводородные компоненты отделили от остальных каротиноидов пропусканием гексанового раствора через концентрирующий патрон ДИАПАК, заполненный силикагелем. Элюат с несорбировавшимися компонентами упарили и растворили в подвижной фазе перед хроматографированием.

При этом получили три основных пика. Уширенный и по спектральным данным негомогенный пик №1 (рис. 4) имел максимумы второй полосы от 463 до 472 нм, что может свидетельствовать о наличии нескольких изомеров ликопина. Пик №2 (рис. 4) был также негомогенным с максимумами поглощения второй полосы от 458 до 462 нм и идентифицирован как сумма изомеров γ -каротина, поскольку этот максимум находится в центре интервала длин волн между λ_{max} второй полосы ликопина и λ_{max} второй же полосы β -каротина – 453,5 нм (пик. №3 на рис. 4), рис. 6. На

этом же рисунке приведен спектр и α -каротина (пик №3а, рис. 4), присутствующего в небольших количествах.

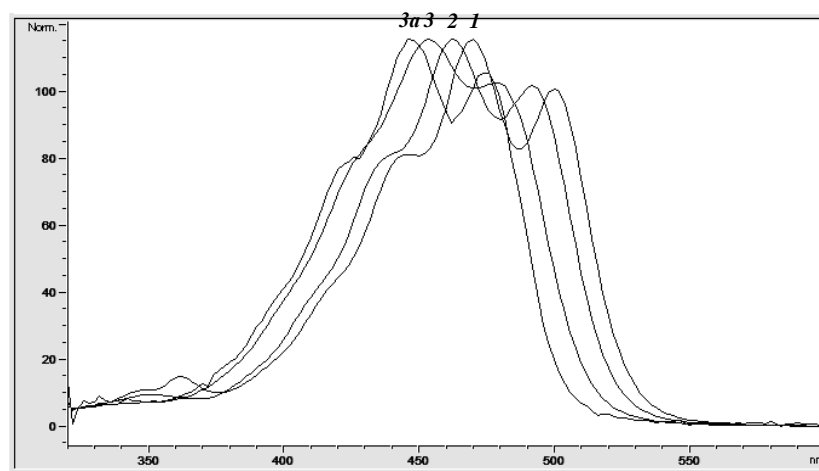


Рис. 6. Спектры пиков на рис. 4

Отнесение пиков к γ -каротину и к рубиксантину, выполненное выше, подтверждается не только спектральными параметрами, но и хроматографическими инкрементными соотношениями: в одном из элюентов разность между логарифмами удерживания рубиксантина и β -криптоксантина (определен по сопоставлению с удерживанием гидролизата экстракта плодов физалиса) составила:

$$\Delta(\gamma \rightarrow \beta) = \lg k(\beta\text{-cryptoxanthin}) - \lg k(\text{rubixanthin}) = 0,271 - 0,153 = 0,118.$$

При переходе от ликопина к β -каротину происходит две такие замены:

$$2 \Delta(\gamma \rightarrow \beta) = \lg k(\beta\text{-carotene}) - \lg k(\text{lycopene}) = 0,575 - 0,340 = 0,235,$$

поэтому совпадение инкрементов оказалось более чем удовлетворительное – $0,235/2 = 0,1175$.

Тогда для γ -каротина:

$$\lg k(\gamma\text{-carotene}) = \lg k(\text{lycopene}) + (\lg k(\beta\text{-carotene}) - \lg k(\text{lycopene}))/2 = 0,458,$$

что практически идеально совпало с экспериментальным параметром.

Два пика с удерживанием в диапазоне $6,75 \div 7,25$ мин имеют характеристические спектры, рис.7: максимумы поглощения первого из них совпадают с ранее рассмотренным спектром пика №1 на рис.5, а у второго пика заметен гипсохромный сдвиг на 3 нм, поэтому это вероятно, – моноэфир лютеоксантина [12]. На ТСХ-пластинах ниже желтого пятна (предположительно) моноэфира флавоксантина располагается пятно немногим более полярного соединения, постепенно приобретающее зеленоватую окраску. Такой эффект характерен для превращения 5,6-эпоксидов в кислой атмосфере – лютеоксантин содержит две эпокси-группировки, одна из которых – требуемого типа. Отметим, что уширенный пик с удерживанием $8,0 \div 8,5$ мин неоднороден и состоит из веществ аналогичных типов спектров. Поскольку и для флавоксантина, и для лютеоксантина возможно существование по два неэквивалентных моноэфира, то понятно, что это – смесь гомологов – моноэфиров флавоксантина и лютеоксантина, причем инкрементная разность между этими группами пиков аналогична разности для серии эфиров β -криптоксантина (0,111). Тем более, что за β -каротином обнаруживается группа минорных пиков, которые по удерживанию также удовлетворяют требованию к гомологам этих соединений.

Количественные параметры комплекса трудно оценить надежно по причине присутствия большого числа компонентов с различными спектральными параметрами. Но в сумме в лепестках цветков различной окраски обнаруживается довольно высокое и близкое содержание каротиноидов: 0,911 мг/г для желтых и 1,015 мг/г для оранжевых цветков (в пересчете на лютеин), в то время как в случае бархатцев пере-

ход от желтой окраски к оранжевой сопровождается несколько кратным увеличением накопления каротиноидов. По площадям пиков на хроматограмме, записанной при 450 нм, каротиноидный комплекс лепестков цветков календулы содержит флавоксантина – 9,4%, лютеина – 4,5%, рубиксантина – 8,7%, изомеров ликопина – 21,2%, моноэфиров лютеоксантина и флавоксантина – 25,2%, γ -каротина 13,6%, α -каротина – 1,6% и β -каротина – 9,2%. В цветках желтой окраски доля β -каротина несколько возросла (до 17,3%), но резко снизилось содержание ликопина и рубиксантина (до 4,4 и 3,5%, соответственно).

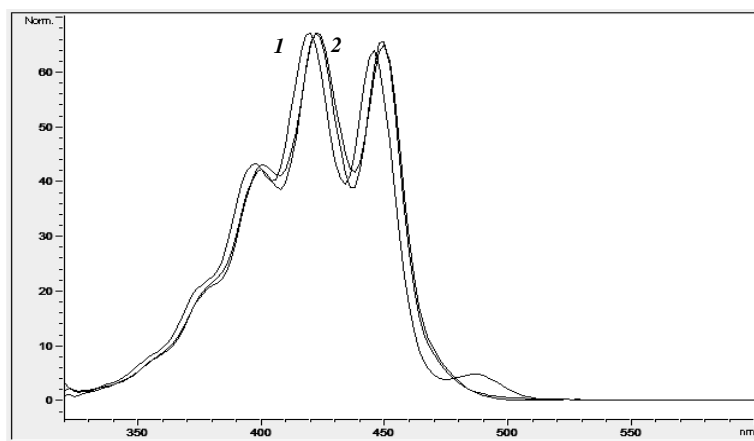


Рис. 7. Спектры моноэфиров лютеоксантина(1) и моноэфиров и неэтерифицированного флавоксантина (2)

Выводы

Таким образом, цветки календулы могут считаться хорошим источником каротиноидов как антиоксидантов, но не являются растительным материалом для получения лютеина.

Работа была выполнена в рамках реализации ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009 – 2013 годы, ГК П-174.

Список литературы

1. Шарова О.В., Куркин В.А. Флавоноиды цветков календулы лекарственной // Химия растительного сырья. – 2007. – №1. – С. 65-68.
2. Б. М. Зузук, Р. В. Куцик, С. М. Калугина, Я. С. Гудивок, Л. М. Куровець Календула лекарственная (*Calendula officinalis* L.) Аналитический обзор // Провизор. – 2001. – Вып.5. – http://www.provisor.com.ua/archive/2001/N5/art_29.php
3. Дейнека В.И., Сорокопудов В.Н., Дейнека Л.А., Третьяков М.Ю. Исследование цветков *Tagetes* sp. как источника лютеина // Хим.-фарм. ж. – 2007. - Т.41, №10. – С. 30-32.
4. High-Performance Liquid Chromatography in Phytochemical Analysis. Chromatographic science series. V.102. Ed. M. Waksmundzka, J. Sherma. CRC Press, Taylor & Francis Group. 2011. – 995 p.
5. Muley B.P., Khadabadi S.S., Banarase N.B. Phytochemical Constituents and Pharmacological Activities of *Calendula officinalis* Linn (Asteraceae): A Review // Tropical J. Pharm. Res. – 2009. – V.8. – P. 455-465.
6. Машковский М.Д. Лекарственные средства. – 15-е изд., перераб., испр. и доп. – М.:ООО «Издательство Новая Волна», 2005. – 1200 с.
7. Исмагилов Р.Р., Костылев Д.А. Календула. Уфа: БГАУ, 2000. – 102 с.
8. Goodwin T.W. Studies in carotenogenesis. 13. The carotenoids of the flower petals of *Calendula officinalis* // Biochem. J. – 1954. – V.58. – P. 90-94.
9. Bako E., Deli J., Toth G. HPLC study on the carotenoid composition of *Calendula* products // J. Biochem. Biophys. Methods. – 2002. – V.53. – P. 241-250.



10. Орлин Н.А. Пищевые красители из лепестков календулы // Успехи современного естествознания. - 2010. - № 6. - С. 93-93.
11. Pinteа A., Bele C., Andrei S., Socaciu C. HPLC analysis of carotenoids in four varieties of *Calendula officinalis* L. flowers // Acta Biol. Szegediensis. – 2003. – V.47. – P. 37-40.
12. Pilar Cano M., Begona de Ancos Carotenoid and carotenoid ester composition in mango fruit as influenced by processing method / J. Agric. Food Chem. – 1994. – V.72. – P.2737-2742.

CAROTENOIDS OF CALENDULA FLOWERS PETALS

V.I. Deineka
I.A. Gostyshchev
M.Yu. Ttet'jakov
I.V. Indina

*Belgorod National Research
University*

e-mail: deineka@bsu.edu.ru

The paper is devoted to the investigation of *Calendula officinalis* flower petals carotenoids harvested in Belgorod. By means of RP HPLC with diode-array detector and TLC of unsaponified acetone extracts by retention parameters as well as spectral analysis the main components were identified as lycopene isomers, isomers of γ -, α - and β -carotene, unesterified flavoxanthin, lutein rubixanthin, monoesters of flavoxanthin and luteoxanthin. The difference of the complexes of yellow and orange colours has been found to be mainly due to the lower fraction of lycopene, γ -carotene and rubixanthin in the former case. The attention has been paid to the problem of «*Tagetes* – *Calendula*» confusion in commercial and scientific information.

Key words: *Calendula officinalis*, carotenoids, HPLC, TLC, spectrophotometry.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

- Азарова А.В.** – ГОУ ВПО «Курский государственный медицинский университет»
- Аладина О.Н.** – Российский государственный сельскохозяйственный университет-МТАА
- Акимова С.В.** – Российский государственный сельскохозяйственный университет-МТАА
- Анисимович И.П.** – Кандидат химических наук, Белгородский государственный национальный исследовательский университет
- Астамирова М.А.-М.** – Чеченский Государственный Педагогический Институт
- Атласова Л.Г.** – Институт биологических проблем криолитозоны, г. Якутск
- Бакиштов С. А.** – Аспирант, Белгородский государственный национальный исследовательский университет
- Батурин С. О** – Кандидат биологических наук, Учреждение Российской академии наук Институт цитологии и генетики Сибирского отделения РАН, Новосибирск
- Белевцова В.И.** – Кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Белгородский государственный национальный исследовательский университет
- Белосохов Ф.Г.** – Кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, ФГОУ ВПО Мичуринский государственный аграрный университет, Мичуринск
- Белосохова О.А** – ФГОУ ВПО Мичуринский государственный педагогический институт, Мичуринск
- Борозенцева В.А.** – Белгородский государственный национальный исследовательский университет
- Бубенчиков Р.А.** – ГОУ ВПО «Курский государственный медицинский университет»
- Бубенчикова В.Н.** – Доктор фармацевтических наук, профессор, ГОУ ВПО «Курский государственный медицинский университет»
- Булатникова Ж.А.** – ГОУ ВПО «Курский государственный медицинский университет»
- Бурменко Ю.В.** – аспирантка, Белгородский государственный национальный исследовательский университет
- Васильева Е.П.** – Аспирант, Якутский НИИСХ СО РАСХН
- Вострикова С.М.** – Кандидат биологических наук, Белгородский государственный национальный исследовательский университет
- Гаврюшенко Е.В.** – Аспирант, Белгородский государственный национальный исследовательский университет
- Гадаева Т.З.** – Аспирантка, Чеченский Государственный Педагогический Институт
- Гостищев И.А.** – Аспирант, Белгородский государственный национальный исследовательский университет
- Дейнека В.И.** – Доктор химических наук, профессор, Белгородский государственный национальный исследовательский университет
- Дейнека Л.А.** – Кандидат химических наук, доцент, Белгородский государственный национальный исследовательский университет
- Демидова Н.А.** – Кандидат биологических наук, доцент, Федеральное государственное учреждение «Северный научно-исследовательский институт лесного хозяйства», Архангельск
- Евтушенко И.Г.** – Белгородский государственный национальный исследовательский университет
- Ежов О.Н.** – Учреждение Российской академии наук Институт экологических проблем Севера УрО РАН, Архангельск
- Жидких О.А.** – Аспирантка, Белгородский государственный национальный исследовательский университет



- Жиленко В.Ю.** – Аспирантка, Белгородский государственный национальный исследовательский университет
- Жужжалова Т.П.** – Доктор биологических наук, профессор, ГНУ Всероссийский НИИ сахарной свеклы и сахара им. А.Л. Мазлумова Россельхозакадемии, Воронежская область, Рамонский район, п. ВНИИСС
- Игишева М.Ю.** – Белгородский государственный национальный исследовательский университет
- Индина И.В.** – Белгородский государственный национальный исследовательский университет
- Исраилова С.А.** – Чеченский Государственный Педагогический Институт
- Кондратова Ю.А.** – Курский государственный медицинский университет
- Копытов А.А.** – Кандидат медицинских наук, Белгородский государственный национальный исследовательский университет
- Коробкова Т.С.** – Кандидат биологических наук, Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН, Якутск
- Кузичев О.Б.** – Кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Мичуринский государственный аграрный университет, г. Мичуринск
- Кузнецова Л.Л.** – Аспирантка, Новосибирский государственный аграрный университет
- Лабунская Н.А.** – Аспирантка, ЭКЦ УМВД России по Белгородской области, г. Белгород
- Логутев С.В.** – ГОУ ВПО «Курский государственный медицинский университет»
- Макаревич С.Л.** – Аспирант, Белгородский государственный национальный исследовательский университет
- Миронова Ю.В.** – Аспирантка, Белгородский государственный национальный исследовательский университет
- Навальнева И.А.** – аспирантка, Белгородский государственный национальный исследовательский университет
- Орлова О.Н.** – Аспирантка, Белгородский государственный национальный исследовательский университет
- Отман Р. С.** – Аспирантка, Белгородский государственный национальный исследовательский университет
- Петруша Е.Н.** – ГНУ Камчатский НИИСХ Елизовский район, п. Сосновка
- Прохорова С.А.** – ГОУ ВПО «Курский государственный медицинский университет»
- Редькина С. Н.** – ГОУ ВПО «Курский государственный медицинский университет»
- Резанова Т.А.** – Кандидат биологических наук, Белгородский государственный национальный исследовательский университет
- Сазонов С.А.** – Аспирант, Белгородский государственный национальный исследовательский университет
- Сащенко М.Н.** – Аспирантка, ГНУ Всероссийский НИИ сахарной свеклы и сахара им. А.Л. Мазлумова Россельхозакадемии, Воронежская область, Рамонский район, п. ВНИИСС
- Скобелева А.А.** – Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН, г. Якутск
- Смекалова Т.Н.** – ГНУ ВНИИР им. Н.И. Вавилова, С-Петербург
- Сорокопудов В.Н.** – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Белгородский государственный национальный исследовательский университет
- Сорокопудова О.А.** – доктор биологических наук, профессор, Белгородский государственный национальный исследовательский университет
- Степанова А.В.** – Аспирантка, Белгородский государственный национальный исследовательский университет
- Тайсумов М.А.** – Доктор биологических наук, Академия наук Чеченской Республики



-
- Таловина Г.В.** – ГНУ ВНИИР им. Н.И. Вавилова, С-Петербург
- Тохтарь Л.А.** – доктор биологических наук, Белгородский государственный национальный исследовательский университет
- Трембала Я.С.** – Кандидат фармацевтических наук. Курский государственный медицинский университет
- Третьяков М.Ю.** – кандидат биологических наук, Белгородский государственный национальный исследовательский университет
- Фирсов Г.Н.** – Доктор биологических наук, профессор, Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН
- Чернявских С.Д.** – кандидат биологических наук, доцент, Белгородский государственный национальный исследовательский университет
- Чулков А.Н.** – Аспирант, Белгородский государственный национальный исследовательский университет
- Шапошник Е.И.** – Белгородский государственный национальный исследовательский университет
- Шапошников А.А.** – Доктор биологических наук, профессор, Белгородский государственный национальный исследовательский университет
- Шевченко И.В.** – Аспирантка, Белгородский государственный национальный исследовательский университет



**Правила оформления статей в журнал
«Научные ведомости Белгородского государственного университета»:
серия «Естественные науки»**

В журнале «Научные ведомости Белгородского государственного университета» публикуются статьи теоретического, методического и прикладного характера, содержащие оригинальный материал исследований автора (соавторов) по разделам «Науки о Земле», «Химия» и «Биология» ранее нигде не опубликованные. Обзорные статьи публикуются по заявкам редколлегии или в особых случаях.

Статьи представляются в редколлегию в печатном (1 экз.) и электронном виде с использованием Microsoft Word для Windows. Поля страницы (формата А-4): левое – 3 см, другие по 2 см. Текст – шрифтом Times New Roman, 12 pt, межстрочный интервал – одинарный, красная строка (абзац) – 1,25 см., выравнивание по ширине. Страницы не нумеруются. Объем статей не должен превышать 12 страниц, включая иллюстративный и графический материал, список литературы.

Перед названием статьи необходимо указать УДК (слева сверху). Название статьи оформляется строчными буквами, жирным шрифтом (12 pt) с выравниванием по центру. Ниже через два интервала указать инициалы и фамилии авторов жирным шрифтом (12 pt) с выравниванием по центру. Ниже через два интервала указать адрес места работы с указанием почтового индекса, e-mail автора (соавторов) – обычный шрифт (10 pt) с выравниванием по центру.

Аннотация статьи (резюме) должна располагаться ниже на два пробела от последнего адреса места работы авторов – обычный шрифт (10 pt) с выравниванием по ширине. В конце аннотации необходимо указать ключевые слова (5–7).

В конце статьи на английском языке приводятся название, инициалы и фамилии авторов, места работы авторов с почтовыми и электронными адресами, аннотация и ключевые слова с теми же правилами оформления, что и на русском языке.

В статье должны четко и сжато излагаться современное состояние вопроса, описание методики исследований и обсуждение полученных результатов. Заглавие статьи должно полностью отражать ее содержание. Рекомендуется стандартизировать структуру статьи, используя подзаголовки: Введение (теоретический анализ), Объекты и методы исследования (экспериментальная часть), Результаты и их обсуждение, Заключение (Выводы), Список литературы.

Если статья выполнена при поддержке гранта или на основе доклада, прочитанного на конференции, то необходимо сделать соответствующую сноску в заголовке статьи (см. пример).

К статьям, направляемым в редколлегию, должна быть приложена авторская справка: Фамилия, Имя, Отчество, научная степень, ученое звание, место работы, должность, точный почтовый адрес, контактный телефон, факс, e-mail.

К статьям, выполненным аспирантами или соискателями научной степени кандидата наук, необходимо приложить рекомендацию, подписанную научным руководителем (если руководитель не является соавтором).

Редколлегия направляет полученные статьи на рецензирование.

Редколлегия оставляет за собой право вернуть статью на доработку.

Условия публикации. В течение календарного года автором (авторским коллективом) в журнале может быть опубликовано не более 4-х статей. К публикации принимаются материалы подписчиков журнала (не менее чем полугодовая подписка). Копия квитанции прилагается к материалам, направляемым для публикации.

Более подробную информацию о правилах оформления статей для серии «Естественные науки» и условиях публикации можно получить по адресу http://www.bsu.edu.ru:8806/dok_fakt.htm



Пример оформления статьи

УДК 51-72:530.145

Полуклассическое приближение к исследованию двумерных гамильтоновых систем на основе метода нормальных форм

Н.А. Чеканов¹, В.Н. Тарасов², Н.Н. Чеканова³

¹ Белгородский государственный университет, Россия, 308007, г. Белгород, ул. Студенческая, 14, e-mail: *Chekanov@bsu.edu.ru*

² Академия гражданской защиты Украины, Украина, 61023, г. Харьков, ул. Чернышевского, 94

³ ННЦ Харьковский физико-технический институт, Украина, 61108, г. Харьков, ул. Академическая, 1

Изложена процедура приведения классического гамильтониана к нормальной форме Биркгофа-Густавсона. При помощи правила соответствия Вейля по классической нормальной форме некоторых интегрируемых и неинтегрируемых систем построены их квантовые аналоги и найдены приближенные энергетические спектры и волновые функции. Показано, что полученный таким образом энергетический спектр с хорошей точностью воспроизводит точный спектр в той области энергий, где при классическом рассмотрении этой же системы движение регулярно, а в области, где классическое движение переходит в хаотическое, согласие между обоими спектрами резко ухудшается. Установлено, что ...

Ключевые слова: классический гамильтониан, нормальная форма Биркгофа-Густавсона, правило соответствия Вейля, энергетический спектр, волновая функция, метод квантования.

К настоящему времени установлено существование детерминированного хаоса в различных классических динамических системах [1, 2]. Известно, что детерминированный или классический хаос возможен в консервативных гамильтоновых системах даже с двумя степенями свободы [3], а также и в одномерных гамильтоновых системах, но зависящих от времени [4].

В данной работе рассмотрены консервативные гамильтоновы системы с двумя степенями свободы

В работе исследованы ...

Список литературы

1. Лихтенберг А., Либерман М. Регулярная и стохастическая динамика. – М.: Мир, 1984. – 528 с.
2. Степановский Ю.П. Атом водорода во внешнем поле как ангармонический осциллятор // УФЖ. – 1987. – Т.32. – С. 1316-1321.
3. Соловьев Е.А. Адиабатические инварианты и проблема квазиклассического квантования многомерных систем // ЖЭТФ. – 1978. – Т.75, вып.4. – С. 1261-1268.
4. Gutzwiller M.C. Chaos in Classical and Quantum Mechanics. – New York: Springer, 1990. – 432 p.
5. Henon M. Integrals of the Toda lattice // Phys. Rev. – 1974. – Vol. 9, №4. – P. 1921-1923.

A Semiclassical Approach to the Investigation of the Two-Dimensional Hamiltonian Systems by the Normal Form Method

N.A. Chekanov¹, V.N. Tarasov², N.N. Chekanova³

¹ Belgorod State University, Studencheskaja Str., 14, Belgorod, 308007, Russia, e-mail: *Chekanov@bsu.edu.ru*

² Civil defence Academy of Ukraine, Chernyshevsky Str. 94, Kharkov, 61023, Ukraine

³ National Scientific Center, Kharkov Institute for Physics and Technology, Akademicheskaj Str. 1, Kharkov, 61108, Ukraine

The receiving procedure of classical Hamiltonian to the Birkhoff-Gustavson normal form is described. With help of the Weyl correspondence rule for the classical normal forms of some integrable and nonintegrable systems their quantum counterparts are constructed and approximated energy spectra and wave functions are found. It is shown that thus obtained energy spectra are represented good exact ones in an energy domain where the classical motion is regular but agreement is worsen strongly at the energy domain where the classical regular motion is going into chaotic one. It is established that ...

Key words: classical Hamiltonian, Birkhoff-Gustavson normal form, Weyl correspondence rule, energy spectra, wave function, method of quantization.

