



БЮЛЛЕТЕНЬ ГНБС

Выпуск 132

Ялта 2019

12+

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НИКИТСКИЙ БОТАНИЧЕСКИЙ САД

БЮЛЛЕТЕНЬ ГНБС

Выпуск 132

Ялта 2019

Учредитель

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
«Ордена Трудового Красного Знамени Никитский ботанический сад –
Национальный научный центр РАН»

Главный редактор

Юрий Владимирович Плугатарь

Заместитель главного редактора

Оксана Михайловна Шевчук

Ответственный секретарь

Маргарита Евгеньевна Мякинникова

Редакционная коллегия

Ч.Р. Азвас (Бангалоре, Индия)	О.И. Коротков (Ялта, Россия)
Н.А. Багрикова (Ялта, Россия)	И.В. Костенко (Ялта, Россия)
Е.Б. Балыкина (Ялта, Россия)	А.Н. Кузнецов (Москва, Россия)
С.М. Бебия (Сухум, Абхазия)	Н.В. Лебедева (Мурманск, Россия)
В.М. Горина (Ялта, Россия)	И.В. Митрофанова (Ялта, Россия)
Т.Б. Губанова (Ялта, Россия)	О.В. Митрофанова (Ялта, Россия)
В.И. Долженко (Санкт-Петербург, Россия)	Ф.Б. Мусаев (Москва, Россия)
Т.В. Долженко (Санкт-Петербург, Россия)	А.Е. Палий (Ялта, Россия)
Н.Б. Ермаков (Ялта, Россия)	А.П. Серегин (Москва, Россия)
О.А. Ильницкий (Ялта, Россия)	А.В. Смыков (Ялта, Россия)
В.П. Исиков (Ялта, Россия)	К. Таммасаири (Бангкок, Таиланд)
Н.Н. Карпун (Сочи, Россия)	В.В. Титок (Минск, Беларусь)
З.К. Клименко (Ялта, Россия)	С.В. Шевченко (Ялта, Россия)
О.Е. Клименко (Ялта, Россия)	Е.П. Шоферистов (Ялта, Россия)
В.П. Коба (Ялта, Россия)	А.М. Ярош (Ялта, Россия)
В.В. Корженевский (Ялта, Россия)	

Издание включено в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук, распоряжением Минобрнауки России от 12 февраля 2019 г. № 21-р

Издание включено в базу данных Российского индекса научного цитирования (РИНЦ),
Научной электронной библиотеки <http://elibrary.ru>
Всем статьям присваивается DOI (идентификатор цифрового объекта)

Выходит 4 раза в год

Подписной индекс в каталоге агентства «Роспечать»: 58307

THE STATE NIKITA BOTANICAL GARDENS

BULLETIN SNBG

Number 132

Yalta 2019

Founder

Federal State Funded Institution of Science “The Labour Red Banner Order Nikitsky
Botanical Gardens – National Scientific Center of the RAS”

Editor in Chief

Yuriy Vladimirovich Plugatar

Vice Editor-in-Chief

Oksana Mikhailovna Shevchuk

Executive Editor

Margarita Evgen'evna Myakinnikova

Editorial Board

C.R. Azvat (Bangalore, India)	O.I. Korotkov (Yalta, Russia)
N.A. Bagrikova (Yalta, Russia)	I.V. Kostenko (Yalta, Russia)
E.B. Balykina (Yalta, Russia)	A.N. Kuznetsov (Moscow, Russia)
S.M. Bebiya (Sukhumi, Abkhazia)	N.V. Lebedeva (Murmansk, Russia)
V.I. Dolzhenko (Saint Petersburg, Russia)	I.V. Mitrofanova (Yalta, Russia)
T.V. Dolzhenko (Saint Petersburg, Russia)	O.V. Mitrofanova (Yalta, Russia)
V.M. Gorina (Yalta, Russia)	F.B. Musaev (Moscow, Russia)
T.B. Gubanova (Yalta, Russia)	A.E. Paliy (Yalta, Russia)
N.B. Ermakov (Yalta, Russia)	A.P. Seregin (Moscow, Russia)
O.A. Il'nitskiy (Yalta, Russia)	A.V. Smykov (Yalta, Russia)
V.P. Isikov (Yalta, Russia)	K. Tammasmri (Bangkok, Thailand)
N.N. Karpun (Sochi, Russia)	V.V. Titok (Minsk, Belarus)
Z.K. Klimenko (Yalta, Russia)	S.V. Shchevchenkko (Yalta, Russia)
O.E. Klimenko (Yalta, Russia)	E.P. Shoferistov (Yalta, Russia)
V.P. Koba (Yalta, Russia)	A.M. Yarosh (Yalta, Russia)
V.V. Korzhenevskiy (Yalta, Russia)	

The publication has been included in the Catalogue of peer-reviewed scientific publications, in which the main scientific results of thesis works for a Candidate Degree and Doctoral thesis works must be published according to the directive of Russian Ministry of Science and Higher Education № 21-p of February 12, 2019

Publishing is included in the data base of the Russian Science Citation Index (RSCI),
Scientific digital library <http://elibrary.ru>
All articles receive DOI (digital object identifier)

Issues 4 times a year

Subscription index in “Rospechat” agency’s catalogue: 58307

СОДЕРЖАНИЕ

Лачуга Ю.Ф., Плугатарь Ю.В., Макрушин Н.М., Малько А.М., Косолапов В.М., Долженко В.И., Драгавцев В.И., Куликов И.М., Лукомец А.М. и др. Важнейшие положения Концепции стратегического развития семеноводства и размножения ркастений	9
Драгавцев В.А. Решения технологических задач селекционного повышения урожая, вытекающие из теории эколого-генетической организации количественных признаков.....	17
Южное плодководство	
Плугатарь Ю.В., Смыков А.В., Горина В.М., Багрикова Н.А., Бабина Р.Д., Сотник А.И., Науменко Т.С. Развитие современных направлений селекции плодовых культур в Никитском ботаническом саду.....	29
Драгавцева И.А., Савин И.Ю., Клюкина А.В. Оценка экологических ресурсов плодоношения плодовых культур на Юге России в условиях изменения климата (на примере абрикоса в Краснодарском крае).....	37
Еремин Г.В. Селекция сливы домашней на Юге России.....	44
Сотник А.И., Бабина Р.Д., Горб Н.Н., Денисова О.А., Бабин М.М. Влияние условий выращивания и хранения плодов яблони сорта Голден Делишес на их качество и лежкоспособность.....	53
Смыков А.В. Радиационный мутагенез и изменчивость персика.....	60
Горина В.М., Лукичева Л.А. Перспективы повышения устойчивости растений алычи (<i>Prunus cerasifera</i> Ehrh.) к воздействию отрицательных температур воздуха в условиях Степного Крыма	67
Дендрология	
Амяга Е.Н., Нифонтов С.В., Гриднев А.Н., Макрушин Н.М. Подбор ядерных микросателлитных локусов для видовой идентификации лиственницы даурской (гмелина) и лиственницы сибирской, а также сравнение их генетических профилей для решения задач лесного хозяйства.....	72
Царев А.П., Лаур Н.В. Лесные плюсовые насаждения и критерии их отбора	79
Селекция, семеноводство и агротехнологии	
Андросова О.В. Анализ современного состояния качества семян подсолнечника в Российской Федерации.....	87
Солдатенко А.В., Мусаев Ф.Б. Биофизические методы анализа качества семян овощных культур.....	95
Воронов С.И., Лапочкина И.Ф., Марченкова Л.А., Павлова О.В., Чавдарь Р.Ф., Орлова Т.Г. Пребридинговые исследования пшеницы мягкой по повышению устойчивости к биотическим и абиотическим стрессам в нечерноземной зоне РФ.....	102
Котенко Ю.Н., Рубец В.С., Коробкова В.А., Юркина А.И., Пыльнев В.В. Оценка эффективности отборов по продолжительности покоя семян тритикале озимой.....	108

Потрахов Н.Н., Архипов М.В., Тюкалов Ю.А., Прияткин Н.С., Гусакова Л.П., Журавлева Е.В. Новые методические подходы при проведении комплексной оценки качества семян.....	114
Гончаров С.В., Долгих Л.А. Селекционные инновации масличных культур.....	120
Гончарова Ю.К., Харитонов Е.М., Гапишко Н.И., Якунина А.А. Использование дискриминантного анализа для оценки генетических расстояний между образцами риса при подборе пар для гибридизации.....	125
Ковтуненко В.Я., Панченко В.В., Калмыш А.П. Тихон – новый сорт тритикале озимой селекции НЦЗ им. П.П. Лукьяненко.....	130
Корниенко А.В., Скачков С.И., Семенихина Л.В., Мельников Ю.Н. Изменения в процессе селекции и методики оценки гибридов сахарной свёклы	135
Тхаганов Р.Р., Сидельников Н.И., Быкова О.А. Разработка приемов получения высоких урожаев эхинацеи пурпурной (<i>Echinacea purpurea</i> L.) в условиях Западного Предкавказья.....	142
Синеговская В.Т., Душко О.С., Журавлева Е.В. Влияние гербицидов на фотосинтетическую деятельность и ферментативную активность листового аппарата сои.....	149

CONTENTS

Lachuga Yu.F., Plugatar Yu.V., Makrushin N.M., Malko A.M., Kosolapov V.M., Dolzhenko V.I., Dragavtsev V.I., Kulikov I.M., Lukomets A.M., et.al. Fundamental premise of the Strategic Seed and Plant Propagation Development Conception.....	9
Dragavtsev V.A. The answers of the breeding yield gain process tasks, that stem from the theory of an ecological - genetic implementation of quantitative traits.....	17
South pomiculture	
Plugatar Yu.V., Smykov A.V., Gorina V.M., Bagrikova N.A., Babina R.D., Sotnik A.I., Naumenko T.S. Development of the modern trends in selection of fruit crops in the Nikitsky botanical gardens.....	29
Dragavtseva I.A., Savin I. Yu., Klyukina A.V. Estimation of environmental resources of fruit trees' bearing in the South of Russia in the conditions of a climate change (exemplified by apricot in Krasnodar Territory)	37
Eryomin G.V. Garden plum breeding in the South of Russia.....	44
Sotnik A.I., Babina R.D., Gorb N.N., Denisova O.A., Babin M.M. Cultivation factor and storage requirements for apple-tree Golden Delicious varieties in their quality and storability.....	53
Smykov A.V. Radiation mutagenesis and peach variability.....	60
Gorina V.M., Lukicheva L.A. Prospects for increasing the resistance of cherry-plum (<i>Prunus cerasifera</i> Ehrh.) plants to the impact of negative air temperatures in the steppe Crimea.....	67
Dendrology	
Amyaga E.N., Nifontov S.V., Gridnev A.N. Selection of nuclear microsatellite loci for species identification of Daurian larch (Gmelin) and Siberian larch, as well as comparison of their genetic profiles for solving forestry problems.....	72
Tsarev A.P., Laur N.V. Forest plus stands and criteria for their selection.....	79
Selection, seed farming and agritechnology	
Androsova O.V. Analysis of a modern condition of sunflower seeds' quality in the Russian Federation.....	87
Soldatenko A.V., Musaev F.B. Biophysical methods of the analysis of the quality of vegetable seeds.....	95
Voronov S.I., Lapochkina I.F., Marchenkova L.A., Pavlova O.V., Chavdar R.F., Orlova T.G. Pre-breeding research of a common wheat to improve its resistance to biotic and abiotic stresses in the non-chernozem belt of the Russian Federation.....	102
Kotenko Yu.N., Rubets V.S., Korobkova V.A., Yurkina A.I., Pylnev V.V. Estimation of efficiency of selecting by the duration of winter triticale seed dormancy	108
N.N. Potrakhov, M.V. Arkhipov, Yu.A. Tkalov, N.S. Priyatkin, L.P. Guskova, E.V. Zhuravleva The new methodological approaches while carrying an integrated assessment of seeds quality.....	114

Goncharov S.V., Dolgikh L.A. Analysis of essential oil crops market trends.....	120
Goncharova Yu.K., Kharitonov E.M, Gapishko N.I., Yakynina A.A. Discriminant analysis use for validation of genetic distance between the samples of rice in case of a pair selection for hybridization.....	125
Kovtunenکو V.Ya., Panchenko V.V, Kalmysh A.P. Tikhon is a new variety of winter triticale of “National Center of Grain n. a. P.P. Luk’yanenko” selection.....	130
Kornienko A.V., Skachkov S.I., Semenikhina L.V., Melnikov Yu.N. Changes in the process of breeding and an evaluation methodology of sugar beet hybrids.....	135
Tkhaganov R. R., Sidelnikov N. I., Bykova O. A. The development of methods of receiving big crops <i>Echinacea purpurea</i> in the conditions of the Western Ciscaucasia.....	142
Sinegovskaya V.T., Dushko O.S., Zshuravleva E.V. Influence of herbicides on photosynthetic and fermentation activity of soybean leaf apparatus.....	149

УДК 630.181:581.16:581.3

DOI: 10.25684/NBG.boolt.132.2019.01

ВАЖНЕЙШИЕ ПОЛОЖЕНИЯ КОНЦЕПЦИИ СТРАТЕГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ СЕМЕНОВОДСТВА И РАЗМНОЖЕНИЯ РАСТЕНИЙ В РФ

Лачуга Ю.Ф., Плугатарь Ю.В., Макрушин Н.М., Малько А.М., Косолапов В.М., Долженко В.И., Драгавцев В.И., Куликов И.М., Лукомец В.М., Пивоваров В.Ф., Надыкта В.Д., Сидельников Н.И., Воронов С.И., Леунов В.И., Солдатенко А.В., Алтухов А.И., Беспалова Л.А., Синеговская В.Т., Царев А.П., Гончаров С.В., Полякова Т.А., Макрушина Е.М., Долженко Т.В., Науменко Т.В., Андросова О.В., Шабанов Р.Ю., Клиценко О.А., Михилев А.В., Паспексов Д.И.

Российская Федерация обладает большим потенциалом производства сортовых семян, гибридов и посадочного материала сельскохозяйственных растений для поставки на внутренний и внешний рынки. Отечественными генетиками и селекционерами на основе собственных теоретических разработок, выводят сорта и гибриды растений с высокой устойчивостью, продуктивностью и качеством продукции. Разрабатываются научно обоснованные инновационные технологии ведения семеноводства и питомниководства. Учеными и работниками государственных учреждений создана нормативная правовая база развития селекции, семеноводства и размножения растений в стране.

Преодоление зависимости от зарубежного посевного и посадочного материала является важной государственной задачей, направленной на обеспечение продовольственной безопасности страны. Выступая на совещании по вопросам развития сельского хозяйства в октябре 2017 года в Воронеже, Президент Российской Федерации В. В. Путин отметил: «Во многих секторах АПК мы добились значительного роста за счёт импортозамещения. Вместе с тем здесь сохраняются и проблемы. Так, по-прежнему высока наша зависимость от зарубежного семенного и племенного материалов».

Необходимо реализовать чёткий план действий, сконцентрировать усилия и ресурсы на развитии отечественной селекции и генетики. Это основа продовольственной безопасности страны. Работа по созданию собственной селекционно-генетической базы будет проводиться в рамках Федеральной научнотехнической программы развития сельского хозяйства на 2017–2025 годы». (ФНТП).

С целью выполнения задач, поставленных в ФНТП в отрасли семеноводства и размножения растений, необходимо принять концепцию их стратегического развития в РФ.

Однако доля семян иностранных сортов сельскохозяйственных растений в 2017 году составила: свекла сахарная – 98,8 %, подсолнечник – 59,4 %, картофель – 54,0 %, кукуруза – 51,2 %, рапс озимый – 46,1 %, горох 36,8 %, соя – 28,8 %, лен-долгунец – 22,1 %. По данным ФТС России, в 2017 году в страну было завезено 85,7 тыс. тонн импортных семян на общую сумму 24 139,4 млн. руб. При этом Минсельхоз России обращает внимание, что цена 1 тонны семян кукурузы кубанского производства составляет 60 тыс. руб., а производства компании «Сингента» – 350–400 тыс. руб., «КВС» – 340–375 тыс. руб., «Пионер» – 475–500 тыс. руб.

Экспансия в Россию иностранных сортов и гибридов сельскохозяйственных растений в большинстве случаев происходит не по причине их более высокого генотипического потенциала, а за счет высоких технологий выращивания и тщательной подготовки посевного материала (сортирования, калибрования, дражирования, инкрустации), что создает хорошие условия для стартового роста растений и дальнейшего формирования высокого урожая. Все это искусственно завышает оценку потенциальной продуктивности иностранных сортов, способствует их ускоренному внедрению на промышленных посевных площадях России и тем самым снижает конкурентоспособность

отечественных сортов, семенной продукции, посадочного материала и применяемых технологий.

Анализ иностранных систем послепосевной обработки семян на примере французской компании «Maisadour semences» показал неэффективность калибрования семян кукурузы на фракции по геометрическим размерам – толщине и ширине. Значительную прибавку урожая при этом обеспечивает лишь инкрустация семян.

Исследованиями НИИ семеноводства при Крымском агроуниверситете установлено, что между отдельными геометрическими размерами, массой семян и продуктивностью растений в потомстве существенная зависимость отсутствует. Объективным параметром прогнозирования биологических свойств посевного материала является форма семян, поэтому оценку и отбор посевного материала наиболее рационально осуществлять по этому параметру. Созданы проекты механизмов для отбора посевного материала по форме семени, защищенные патентами Украины и Российской Федерации.

Следовательно, современные мировые системы послепосевной обработки семян, основанные на сортировании и калибровании по отдельным геометрическим размерам, являются несовершенными и не позволяют отбирать ценный посевной материал.

Внедрение предлагаемой инновационной, не имеющей мирового аналога системы, позволит получать наиболее ценные семена с минимальными материально-техническими и финансовыми затратами, высокой экономической и энергетической эффективностью, что повысит конкурентоспособность отечественных сортов и семенной продукции на внутреннем и внешнем рынках.

Современное состояние и перспективы развития селекции и семеноводства в РФ изучаются довольно широко. На базе Никитского ботанического сада – Национального научного центра РАН с 2015 года проводится ежегодная Международная научно-практическая конференция по вопросам генетики, селекции, семеноводства и размножения растений. Тематика конференций определялась исходя из новых экономических условий того времени, а также необходимости совершенствования биологических и экологических основ селекции, семеноводства и размножения растений: "Пути повышения конкурентоспособности отечественных сортов, семян, посадочного материала и технологий на мировом рынке (2015 г.)"; "Современное состояние и перспективы развития селекции, семеноводства и размножения растений в связи с импортозамещением в АПК РФ (2016 г.)"; "Эколого-генетические резервы селекции, семеноводства и размножения растений (2017 г.)"; "Инновационные технологии в области генетики, селекции, семеноводства и размножения растений (2018 г.)"; "Биологические и экологические основы селекции, семеноводства и размножения растений (2019 г)".

В процессе подготовки конференции и выступлений на ней ведущих ученых страны и специалистов Государственных структур разработан проект "Концепция стратегического развития семеноводства и размножения растений в Российской Федерации". В Концепции дан анализ современного состояния семеноводства и размножения растений и определены пути дальнейшего развития отрасли в стране. Проект Концепции обсужден и одобрен на четвертой Международной конференции "Инновационные технологии в области генетики, селекции, семеноводства и размножения растений" (3-8 сентября 2018 г., Ялта).

1 ноября 2018 г. по инициативе заведующего лабораторией семеноводства НБС-ННЦ РАН проф. Н.М. Макрушина и директора ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства» доктора с.-х. наук, профессора РАН А.В. Солдатенко была созвана экспертная группа из числа ведущих ученых и директоров профильных НИИ с целью глубокого анализа и оценки перспектив проекта "Концепция стратегического развития семеноводства и размножения растений в РФ". В работе экспертной группы приняли участие: И.М. Куликов, академик РАН, директор ФГБНУ «Всероссийский селекционно-технологический институт садоводства и питомниководства»; В.М. Лукомец, академик

РАН, директор Федерального научного центра “Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур им. В.С. Пустовойта”; В.Ф. Пивоваров, академик РАН, ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства»; Н.И. Сидельников, чл.-корр. РАН, директор ФГБНУ «ВНИИ лекарственных и ароматических растений»; А.В. Солдатенко, доктор с.-х. наук, профессор РАН, директор ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства»; С.И. Воронов, доктор биологических наук, проф., директор ФИЦ “Немчиновка”; В.И. Леунов, доктор с.-х. наук, проф. декан агрофака РГАУ – МСХА им. К.А. Тимирязева; Н.М. Макрушин, доктор с.-х. наук, проф., чл.-корр. НААН Украины, зав. лабораторией семеноводства НБС-ННЦ РАН.

Дискуссия ученых и директоров профильных институтов коснулась важнейших проблем, заложенных в проекте Концепции стратегического развития семеноводства и размножения сельскохозяйственных, плодовых и лесных древесных растений. Тон дискуссии задал академик И.М. Куликов: “Мы обсуждаем серьезнейшие вопросы стратегии АПК и не должны ограничиваться только полевыми видами растений. Проблемы семеноводства и размножения также важны в плодоводстве и лесном хозяйстве. Необходимо для решения поставленных задач привлекать институты защиты растений, гидротехмелиорации, агрохимические и другие службы АПК РФ”.

Директор ФИЦ “Немчиновка” д.б.н. С.И. Воронов отметил, что успешное развитие зернового хозяйства определяется слаженной деятельностью селекционно-семеноводческого комплекса, основной задачей которого является повышение конкурентоспособности отечественных сортов, семян и технологий на внешнем и внутреннем рынках, что является гарантией продовольственной безопасности страны.

Широко обсуждался вопрос совершенствования системы подготовки научных кадров. Директор ВНИИМК акад. В.М. Лукомец и декан агрофака РГАУ-МСХ им. К.А. Тимирязева проф. В.И. Леунов считают, что важным в подготовке научных кадров является организация при НИУ магистратуры. Магистрантов целесообразно оформлять на платные должности лаборантов и мл. научных сотрудников при научных учреждениях, где они обретут теоретические и методологические основы исследовательской работы. На родственных кафедрах аграрных университетов магистранты получают знания по педагогике и общественным наукам. Такую комплексную подготовку магистрантов необходимо согласовать с Министерством науки и высшего образования и утвердить законодательно.

Необходимо признать целесообразным совершенствование подготовки научных кадров через аспирантуру и докторантуру. Директора ВНИИ: академик И.М. Куликов, академик В.М. Лукомец, чл.-к. РАН Н.И. Сидельников, д.с.-х.н. А.В. Солдатенко, д.б.н. С.И. Воронов, академик В.Ф. Пивоваров считают, что успешная реализация важнейших положений Концепции стратегического развития семеноводства и размножения растений может осуществляться лишь при активном участии в этом процессе высших сфер Государственной власти.

Ученые отметили, что этот вопрос должны поставить перед руководством непосредственные инициаторы Концепции, которые четко владеют основными положениями поставленной проблемы и могут взять на себя ответственность за организацию и реализацию этого сложнейшего процесса. Это, прежде всего, ведущие профильные научные учреждения и Национальные общественные организации – производители семян и посадочного материала. Эти учреждения представлены в составе

Управляющей компании “Координационного научно-технологического и образовательного центра семеноводства и размножения растений” (см. схему 1).

По представлению директора НБС-ННЦ чл.-к. РАН Ю.В. Плугатаря проект “Концепция стратегического развития семеноводства и размножения растений” рассмотрел Комитет Совета Федерации по аграрно-продовольственной политике и природопользованию (далее Комитет).

В рамках исполнения поручения Председателя Совета Федерации В.И. Матвиенко по развитию селекции и семеноводства в Российской Федерации при Экспертном совете Комитета создана секция "Селекция и семеноводство". Основные положения Концепции, наряду с предложениями участников совещания "Развитие селекции и семеноводства в РФ" (Совет Федерации ,14.031019) стали мотивацией создания секции "Селекция и семеноводство". В состав секции был включен заведующий лабораторией семеноводства НБС-ННЦ проф. Н.М. Макрушин, как один из инициаторов разработки Концепции.

24.07.2019 в Совете Федерации были проведены парламентские слушания "О комплексе первоочередных мер, направленных на обеспечение ускоренного развития отечественных селекции и семеноводства". По предложению Председателя Комитета Совета Федерации А.П. Майорова член секции "Селекция и семеноводство" проф. Н.М. Макрушин, директор НБС-ННЦ чл.-к. РАН Ю.В. Плугатарь и директор ФГБУ "Россельхозцентр" д.с.-х.н. А.М. Малько представили в Комитет информационно-аналитические материалы по рассматриваемой теме и предложения в проект итогового документа.

В настоящее время, согласно Федеральному закону № 216 ФЗ, создаются инновационные научно-технологические центры (НТЦ), представляющие собой совокупность организаций, осуществляющих научно-технологическую деятельность, направленную на обеспечение функционирования такого центра.

НТЦ создаются на базе Всероссийских НИИ сельскохозяйственного профиля. Для развития их научной и технической базы ведется целевое финансирование. Это масштабное государственное мероприятие послужит значительному повышению теоретического и методического уровня исследований и увеличит результативность селекции, семеноводства и размножения различных видов полевых, садовых и лесных древесных растений. Однако, наряду со специфическими задачами по развитию семеноводства и размножения отдельных видов и групп растений, имеются глобальные проблемы, касающиеся отрасли в целом.

Исходя из анализа современного состояния семеноводства и размножения растений, на основании Указа Президента РФ от 21 июля 2016 г. № 350 «О мерах по реализации государственной научно-технической политики в интересах развития сельского хозяйства», а также положений, изложенных в Законе № 216–ФЗ и в Постановлении Президиума РАН от 15 мая 2018 г., необходимо признать рациональным создание комплексного «Координационного научно-технологического и образовательного центра семеноводства и размножения растений в РФ» (Координационный центр). Важнейшей задачей деятельности Координационного центра является консолидация кадрового, научно-методического и материально-технического потенциала научных, образовательных, государственных административных и общественных организаций на решение приоритетных общепромышленных вопросов с целью повышения конкурентоспособности отечественных сортов, семян, посадочного материала и применяемых технологий на внутреннем и внешнем рынках и обеспечения продовольственной безопасности страны.

На схеме 1 представлен проект структуры «Координационного научно-технологического и образовательного центра семеноводства и размножения растений РФ». В систему Координационного центра входят научно-исследовательские учреждения, создающие сорта и гибриды и производящие семена и посадочный материал важнейших видов полевых, плодовых и лесных древесных растений, ФГБУ «Россельхозцентр», ВНИИ экономики сельского хозяйства, аграрные университеты, ФГБУ «Госсортокомиссия», общественные организации, деятельность которых направлена на развитие семеноводства, размножения растений и зернового хозяйства страны.

На сегодня в МСХ РФ создан такой Межведомственный координационный совет по развитию селекции, семеноводства и биотехнологии сельскохозяйственных растений и провел свои первые заседания по проблематике селекции и семеноводства в стране.

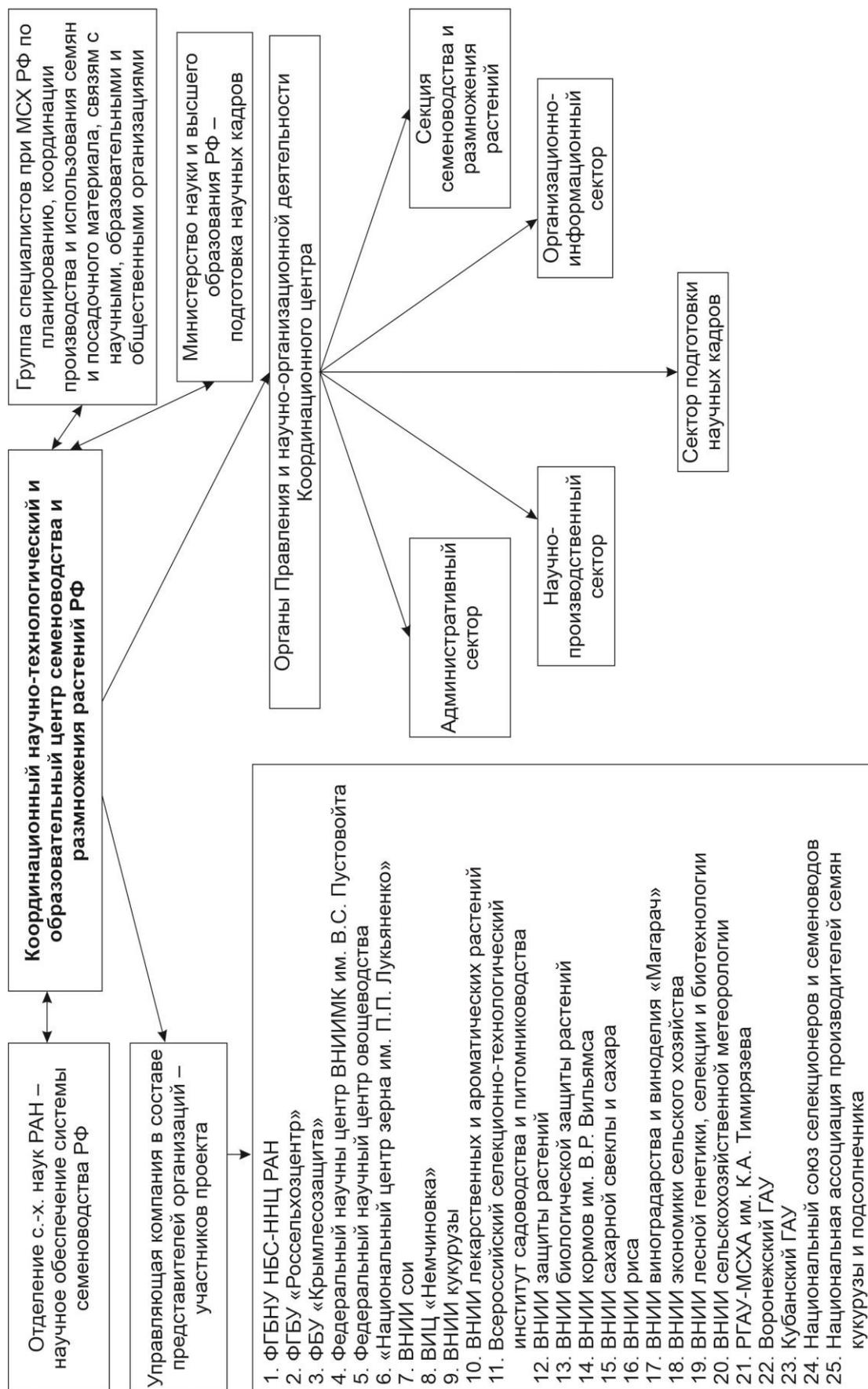


Схема 1. Структура Координационного научно-технологического и образовательного центра семеноводства и размножения растений Российской Федерации

Выполнение научно-организационных функций Координационного центра осуществляется его структурными подразделениями-секторами под руководством Правления.

Важнейшими вопросами, решаемыми Координационным центром является создание Государственно-частной системы семеноводства.

Хорошо слаженная и строго регулируемая в недалеком прошлом система семеноводства с приходом рыночной экономики развалилась. Взамен стали образовываться государственные, частные и общественные организации и хозяйства, основной целью деятельности которых был прибыльный бизнес. В результате производство и использование семян и посадочного материала в стране носили бесконтрольный характер. Между отдельными структурами отсутствовала тесная научно-методическая и организационная связь.

Стоит глобальная задача: восстановить систему семеноводства в стране с учетом новых экономических условий. При этом, наряду с общим характером свободного предпринимательства, вопросы объема производства и использования семян и посадочного материала должны решаться на государственном уровне путем объединения производителей и потребителей вокруг общей идеи. Воплощением такой идеи может быть создание Государственной научно-технической программы, исполнителями которой должны быть государственные учреждения и общественные объединения, деятельность которых направлена на развитие селекции, семеноводства и размножение растений.

Разработку такой программы и мобилизацию для ее исполнения заинтересованных организаций может осуществить научно-производственный сектор Координационного центра совместно с группой специалистов по планированию, координации производства и использования семян и посадочного материала и связям с научными и общественными организациями, которую предлагается учредить при МСХ РФ.

В обязанности научно-производственного сектора входит координация ряда других общеотраслевых вопросов – разработка экологических основ зонального семеноводства и размножения полевых, садовых и лесных древесных растений, совершенствование методов оценки качества, стандартизации семян и посадочного материала и их интеграция с мировыми системами, создание устойчивого положения отечественных товаров и технологий на мировом рынке.

Все эти вопросы планируются и координируются совместно с Отделением сельскохозяйственных наук РАН.

Важным в подготовке научных кадров является организация при НИУ магистратуры. Магистрантов целесообразно оформлять на платные должности лаборантов и младших научных сотрудников при научных учреждениях, где они обретут теоретические и методологические основы исследовательской работы. На родственных кафедрах аграрных университетов магистранты получают знания по педагогике и общественным наукам. Такую комплексную подготовку магистрантов необходимо согласовать с Министерством науки и высшего образования и утвердить законодательно.

Необходимо признать целесообразным совершенствование подготовки научных кадров через аспирантуру и докторантуру. Этот вопрос ставился на заседании экспертной группы 1.11.2018 г. при ФНЦ овощеводства.

Мероприятия по ускоренному развитию отечественных селекции и семеноводства

1. Деятельность селекционных учреждений, производителей семян и посадочного материала, внутренние и внешние отношения, а также подготовка кадров координируются и контролируются секцией “Селекция и семеноводство” Экспериментального совета при Комитете аграрно-продовольственной политике и природопользования Совета Федерации.

2. Основные положения Концепции стратегического развития семеноводства и размножения растений принять к действию в Государственно-частной системе семеноводства.

3. С целью реализации основных положений Концепции считать целесообразным создание “Координационного научно-технологического и образовательного центра семеноводства и размножения растений РФ” (КНОЦ).

4. Важнейшими направлениями деятельности КНОЦ семеноводства и размножения растений необходимо признать :

4.1 Создание Государственно-частной системы семеноводства и питомниководства.

4.2 Создание группы специалистов при МСХ РФ по планированию и координации производства и использования семян и посадочного материала, связям с научными, образовательными и общественными организациями.

4.3 Разработка Государственной научно-технической программы по развитию семеноводства и размножения растений.

4.4 Разработка комплексной системы повышения конкурентоспособности отечественных сортов, семян, посадочного материала и технологий на внутреннем и внешнем рынках путем развития приоритетных направлений:

- селекция на основе новейших отечественных и зарубежных достижений генетики, биотехнологии, микробиологии, физиологии и биохимии, фитопатологии и энтомологии, климатологии;

- разработка инновационных технологий выращивания, послеуборочной обработки, хранения и использования семян и посадочного материала;

- интеграция методов оценки качества, стандартизации и сертификации семян и посадочного материала с мировыми системами;

- создание устойчивого положения отечественной материальной и интеллектуальной продукции на внутреннем и внешнем рынках путем совершенствования системы менеджмента и маркетинга.

5. Разработка экологических основ зонального семеноводства и размножения полевых, плодовых и лесных древесных растений в разных регионах Российской Федерации.

6. Совершенствование системы подготовки научных кадров в области генетики, селекции, семеноводства и размножения растений путем создания при научно-исследовательских учреждениях с привлечением соответствующих кафедр аграрных ВУЗов «Школы молодых ученых», магистратуры, развития аспирантуры и докторантуры.

7. Организация Всероссийских и Международных научно-практических форумов и информационно-издательская работа в области генетики, биотехнологии, селекции, семеноводства и размножения полевых, садовых и лесных древесных растений.

Предложения в проект итогового документа парламентских слушаний Совета Федерации “О комплексе первоочередных мер, направленных на обеспечение ускоренного развития отечественных селекции и семеноводства”

1. Деятельность селекционных учреждений, производителей семян и посадочного материала, внутренние и внешние отношения, а также подготовка кадров координируются и контролируются секцией “Селекция и семеноводство” Экспериментального совета при Комитете аграрно-продовольственной политики и природопользования Совета Федерации.

2. Одной из главных задач АПК РФ является повышение конкурентоспособности отечественных сортов, семян, посадочного материала и технологий на внутреннем и внешнем рынках с целью обеспечения продовольственной безопасности страны.

3. Основные положения Концепции стратегического развития семеноводства и размножения растений принять к действию в Государственно-частной системе семеноводства.

4. Создание Государственно-частной системы семеноводства, адаптированной к новым экономическим условиям и особенностям внутреннего и внешнего рынков.

5. Создание Государственной научно-технической программы по разработке комплекса агротехнологий на фоне мировых систем.

6. Одним из приоритетных направлений дальнейшего развития агропромышленного комплекса является разработка экологических основ зонального семеноводства. Анализ современного состояния поставленной проблемы показал недостаточное использование возможностей выращивания семян и посадочного материала в благоприятных экологических зонах.

7. Отечественная селекция и семеноводство в настоящее время находятся в состоянии, при котором без активной помощи государства не могут нормально функционировать. Государственная поддержка селекции и семеноводства может быть прямой и косвенной. Наиболее существенной прямой поддержкой является финансирование из госбюджета. Эти ассигнования должны расходоваться, в первую очередь, на фундаментальные исследования и образование. Различного рода инвестиции целесообразно проводить через целевые кредиты под конкретные научные и технические проекты.

Статья поступила в редакцию 30.07.2019 г.

Lachuga Yu.F., Plugatar Yu.V., Makrushin N.M., Malko A.M., Kosolapov V.M., Dolzhenko V.I., Dragavtsev V.I., Kulikov I.M., Lukomets V.M., Pivovarov V.F., Nadykta V.D., Sidelnikov N.I., Voronov S.I., Leunov V.I., Soldatenko A.V., Altukhov A.I., Bepalova L.A., Sinegovskaya V.T., Tsaryov A.P., Goncharov S.V., Polyakova T.A., Makrushina E.M., Dolzhenko T.V., Naumenko T.V., Androsova O.V., Shabanov R.Yu., Klitsenko O.A., Mikhilev A.V., Paspekov D.I., Fundamental premise of the Strategic Seed and Plant Propagation Development Conception // Bull. of the State Nikita Botan. Gard. – 2019. – № 132. – P. 9-16.

УДК 631.527.8:633.11

DOI: 10.25684/NBG.boolt.132.2019.02

РЕШЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ СЕЛЕКЦИОННОГО ПОВЫШЕНИЯ УРОЖАЕВ, ВЫТЕКАЮЩИЕ ИЗ ТЕОРИИ ЭКОЛОГО-ГЕНЕТИЧЕСКОЙ ОРГАНИЗАЦИИ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ПРИЗНАКОВ

Виктор Александрович Драгавцев

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Агрофизический научно-исследовательский институт»,
195220, Санкт-Петербург, Гражданский просп., д. 14
E-mail: dravial@mail.ru

В период 1984 – 2014 гг. наша научная школа (к 2017 г. – 35 кандидатов и 12 докторов наук) развила новую Теорию эколого-генетической организации количественных признаков. Теория базируется на открытии нового эпигенетического феномена – смены спектров продуктов генов под количественным признаком при смене лимитирующего фактора внешней среды. Из Теории вышли 24 приоритетных следствия и 10 ноу-хау, способных устранить «узкие места» традиционных технологий селекции на повышение урожая. В статье описаны экспериментально проверенные на многих с.-х. культурах методы элиминации 16-ти «узких мест» традиционных селекционных технологий повышения урожая и показана перспективность конструирования новых прорывных сортов в Селекционном фитотроне, в котором можно искусственно создавать любые динамики лим-факторов среды для типичных лет любого региона Земли.

Ключевые слова: задачи устранения «узких мест» селекционных технологий повышения урожая; теория эколого-генетической организации количественных признаков

*«Применение биотехнологий, включая генную инженерию, не увеличивает максимальные урожаи. Нужны более фундаментальные научные прорывы, если мы хотим наращивать валовую продукцию растениеводства»
(USDA Agricultural Information Bulletin, 2001.
С.-х. Информационный Бюллетень МСХ США, 2001)*

«Утверждение, что биотехнология ускорит селекцию – голословно» (Е.Д. Богданова, Эпигенетика мягкой пшеницы, Алматы, 2012, С. 92)

В наши дни за сутки на Земле рождаются 250 000 младенцев. К 2030 г. население Земли достигнет 8 млрд человек. Если аграрии всех стран не смогут за это время увеличить объем растениеводческой продукции в мире в 2 раза, то над 2,5 млрд людей нависнет угроза голодной смерти. Сегодня на Земле голодают 1,5 млрд человек. Только за один 2011 г. в странах АТЭС число голодающих выросло на 40 млн человек, а всего к 2012 г. достигло 200 млн (из доклада В.В. Путина на САММИТЕ АТЭС-2012). По данным ФАО за последние 50 лет совокупный объем мирового производства с.-х. продукции вырос в 2,5 – 3,0 раза, а площадь с.-х. территорий Земли – лишь на 12%. Дальнейший рост с.-х. территорий в мире – невозможен (Отчет ФАО за 2014 г., Рим). Сегодня в развитых странах агротехнологии доведены почти до возможного «потолка». Дальнейшее повышение урожая зерновых и зернобобовых в этих странах на 95% зависит от улучшения селекционных технологий, и только на 5% от улучшения агротехнологий. Эксперты ФАО (в Отчете за 2014 г.) подчеркнули: *«Мировой опыт показал, что техногенная интенсификация растениеводства не способна решить проблему дальнейшего повышения урожая, но при этом связана с ростом энергозатрат и нарушением экологического равновесия в природе. Глобальный кризис в с.-х. производстве XXI века требует новой стратегии – биологизации растениеводства, т.е. создания устойчивых к абиотическим и биотическим факторам среды новых сортов, гибридов и видов с.-х. растений».*

При поддержке Гранта РФФИ № 16-04-00199

В соответствии с этой общемировой ситуацией в РФ приняты важные документы:

1) в Решении Президиума Совета при Президенте РФ по модернизации экономики и инновационному развитию РФ от 24.11.2014 подчеркнуто: *«Необходимым условием инновационного развития растениеводства в РФ является использование новых сортов и гибридов с.-х. культур»;*

2) в послании Президента РФ Федеральному собранию от 08.12.2015 указано: *«Совместно с РАН и при участии ФАНО обеспечить разработку ... программы ... по созданию отечественных посевного и племенного фондов».*

3) в Стратегии национальной безопасности РФ, утвержденной Указом Президента РФ от 31.12.2015, пункт 54, с. 17 отмечено: *«Продовольственная безопасность РФ осуществляется за счет ... развития племенного дела, селекции и семеноводства...».*

Эти документы полностью соответствуют утверждению: ***«Кто обладает продовольствием, тот имеет оружие сильнее атомной бомбы. В мире есть только две реальные силы – сила энергетических ресурсов и сила продовольствия»*** (Эрль Батц, министр сельского хозяйства США в администрации президента Форда, 70-е годы XX в.)

Эйфория от достижений генной инженерии растений начинает понемногу угасать. Многие страны сокращают площади под генно-модифицированными (ГМ) растениями. В 2016 г. Аргентина сократила посевы ГМ-растений на 3%, Индия на 7%, Китай на 24%, Уругвай на 7%. В Испании, Судане, Мексике, Колумбии, Вьетнаме, Португалии, Бангладеш, Коста-Рике, Словакии, Чехии площади ГМ-растений (в каждой стране) менее 100 тыс. га и не обнаруживают приращения. Румыния в 2016 г. покинула клуб ГМО-стран. ГМ-картофель, устойчивый к колорадскому жуку, не выращивается сегодня нигде в мире. В большинстве стран Европы и в РФ посевы ГМ-растений запрещены. Все более актуальной становится позиция Дж. Л. Брюейкера: ***«Более половины населения нашей плодородной земли имеет слишком мало пищи, и даже очень глубокое знание гена даёт небольшое утешение голодным людям, пока оно не выражается в калориях»*** [1]. Появляются и более резкие оценки: ***«Генная инженерия – это единственная «инженерия», которая не знает своих объектов и действует наобум. «Генный инженер» подобен сварщику или резчику, лезущему с переделками в машину, устройство и назначение которой ему неизвестно»*** [18, С. 303]. Действительно, внедрение генной инженерии в растениеводство началось безо всякого понимания эколого-генетического «устройства» признаков продуктивности растений и при полном игнорировании эколого-генетических механизмов взаимодействия «генотип-среда», только управление которым (бессознательное или сознательное) и определяет рост продуктивности и урожая новых сортов растений. У современного трансгеноза очень много слабых мест. Во-первых, он может работать только с одним главным геном, затем с другим и т.д., но не может «пересаживать» сложные полигенные системы, управляющие признаками продуктивности, да еще «блуждающие» под признаком при сменах лимитирующих факторов среды. Во-вторых, пересаженный ген может «сесть» в любую хромосому и не только между генами, но и внутрь любого гена, что может привести к серьезным нарушениям генома – продукта длительной эволюции. В-третьих, пересаженный ген не подчиняется «замку корреляций» целостного организма (собственные гены индуцируются или «глохнут» в зависимости от фазы развития, чужой ген работает всегда и везде, в любых органах и тканях организма, т.е. он ведет себя так же, как раковая клетка, не подчиняющаяся командам целостного организма). В-четвертых, пересаженный ген не может поднять урожай, поскольку урожай формируется эффектами взаимодействия «генотип-среда», а

не отдельными генами. В-пятых, существующие методы трансформации растений малоэффективны, видо- и сортоспецифичны, приводят к случайному встраиванию чужеродной ДНК в геном реципиента, накладывают ограничения на количество переносимой информации и т.д. Переброс трансгенов из одного сорта в другой требует многократных возвратных скрещиваний и, главное, не является генетически чистой процедурой, поскольку вместе с чужеродной ДНК в процессе случайной рекомбинации происходит перенос различных «кусков» ДНК сорта-донора... Поскольку эффективной процедуры встраивания трансгенов в заранее заданный участок генома не существует, то манипулирование даже несколькими независимыми признаками и их координированный переброс в сотни сортов превращаются в логистический кошмар для селекционных компаний» [23].

5 мая 1966 г. Президиум АН СССР утвердил решение Секции химико-технологических и биологических наук по докладу члена-корреспондента АН СССР Н.П. Дубинина «Практические задачи генетики в сельском хозяйстве». В решении сказано: «Первоочередными проблемами в области генетики растений... являются следующие: а) генетические основы гетерозиса и методы получения высокоурожайных гетерозисных гибридов с.-х. растений, в первую очередь у пшеницы, кукурузы, овощных и технических культур; б) закономерности наследования количественных признаков, определяющих продуктивность с.-х. растений...; в) дальнейшее совершенствование методов отбора в селекции с.-х. растений». «Поручить дальнейшую разработку научных основ новых методов генетической селекции – ИОГен АН СССР, ИЦиГ СО АН СССР, Ин-ту хим. физики АН СССР, Ин-ту генетики и цитологии АН БССР, Ин-ту микробиологии АН СССР, Ин-ту цитологии АН СССР» (Генетика № 8, 1966. – С. 186 – 188).

Однако из всех НИИ, только группой сибирских генетиков (ИЦиГ СО АН) и селекционеров восьми сибирских НИИСХ, в процессе выполнения кооперированной межведомственной программы ДИАС (Генетика признаков продуктивности яровых пшениц в Западной Сибири – на территории от Урала до Забайкалья и от Тюмени до Усть-Каменогорска, 1974 – 1984), [16], была открыта новая система регуляции развития свойств продуктивности – смена спектров продуктов генов, детерминирующих один и тот же признак, при смене лимитирующего фактора внешней среды. На основе этого открытия в период 1984 – 2014 гг. научной школой В.А. Драгавцева (к 2017 г. – 35 кандидатов и 12 докторов наук) была развита приоритетная Теория эколого-генетической организации количественных признаков (ТЭГОКП) с 24-мя оригинальными научными следствиями и 10-ю селекционно мощными ноу-хау [10, 5]. Теория и её элементы включены в Международную энциклопедию “Basic Life Sciences” [26], в Толковый словарь по общей и молекулярной биологии, общей и прикладной генетике, селекции, ДНК-технологии и биоинформатике (Академкнига-Медкнига, 2008), в Толковый словарь по инновационным вопросам селекции, семеноводства и размножения растений [24], в Краткий словарь терминов по лесной генетике (метод фоновых признаков) [20].

Предоставим читателю самому судить о степени научного прорыва, привнесенного ТЭГОКП в теорию и технологии селекции, ознакомив его с новыми возможностями высоких селекционных технологий, созданных на базе ТЭГОКП.

Проблема 1. Необходимость создания методов надежной идентификации лучших генотипов по продуктивности при индивидуальном отборе в расщепляющихся гибридных поколениях, начиная с F₂ (или в диких популяциях). До ТЭГОКП принципиальная возможность быстрой (без смены поколений) идентификации (узнавания) генетически лучших растений по их фенотипам в расщепляющихся генерациях категорически отрицалась следующими утверждениями. Профессор Н.П.

Кренке [21, С. 167] отмечал: *«Начиная от первых стадий развития не существует константно особого феногенетического выражения для модификаций и наследственных признаков»*. Профессор Н.А. Плохинский [29, С. 5] подчеркивал: *«Для одной особи бессмысленно определять, какая часть её фенотипа обусловлена наследственностью, а какая – условиями жизни. Генетическая информация, полученная одним индивидуумом, реализуется в таком взаимодействии с условиями жизни, при котором обе причины неотделимы друг от друга»*. Профессор У. Уильямс [33, С. 350] утверждал: *«В продуктивности одного организма невозможно разделить генетические и внешние воздействия на признаки со слабой наследуемостью, и отбор в F2 ненадёжен»*. Заведующий лабораторией ИЦиГ СО АН З.С. Никоро и соавторы [27, С. 300] сожалели: *«Для оценки генотипа необходимо знать величину генотипического значения признака, однако, нет способа отделить генотипическое значение от экологического для каждой отдельной особи»*. Академик П.Ф. Рокицкий [31, С. 200] писал: *«Фенотип особей – это единый целостный организм. О генотипе особей непосредственно, без анализа их потомства, судить невозможно»*. Профессор В.К. Савченко [32, С. 19] считал: *«Вычленив непосредственно для каждого организма влияние на развитие признака генотипа и среды – не представляется возможным»*.

Экспериментальная оценка эффективности традиционных визуальных отборов по фенотипам показала, что из 10 000 отобранных растений с лучшими фенотипами (при отборах на фоне легкой засухи) генетически ценным оказалось лишь одно растение, т.е. точность «узнавания» генотипа по его фенотипу составила 0,0001 [22]. В таких ситуациях случайный отбор может быть эффективнее отбора по лучшим фенотипам. Создается впечатление, что постулаты шестерых крупнейших феногенетиков и генетиков – справедливы. Однако, первое следствие ТЭГОКП – принцип фоновых признаков (ПФП) – теоретически и экспериментально отверг эти утверждения [14, 15] и создал методы быстрой (без смены поколений) идентификации генотипического значения любого признака продуктивности у отдельной особи в расщепляющейся популяции с точностью в 1000 раз превышающей точность традиционного визуального «узнавания» генетически ценной особи [3].

Дальнейшее развитие ПФП и открытие 7-и генетико-физиологических систем, де-факто повышающих урожай новых сортов, породили принцип разнонаправленной («ортогональной») идентификации (ПРИ) [17], что позволило, во-первых, быстро (без смены поколений) идентифицировать плюсовые генетические вклады каждой из семи генетико-физиологических систем (ГФС) в продуктивность любой особи, во-вторых, отказаться от традиционных низкоэффективных визуальных отборов по фенотипическим значениям признаков (что делали и делают все селекционеры мира уже в течение многих сотен лет), и, в третьих, использовать величины признаков продуктивности в качестве специальных двумерных координат, в которых все «шумы» (экологический, конкурентный генотипический и конкурентный экологический) сдвигают точку сорта по положительной линии регрессии, а ценный плюсовой сдвиг ГФС, напр. аттракции, – по отрицательной (эффект «ортогональности»). При этом ценный вклад в урожай любой ГФС «очищается» от маскирующих эффектов всех шумов и проявляется (и измеряется) с абсолютной точностью. ПФП и ПРИ при отборах в лесной селекции оценивают в лесных популяциях генотип любого отдельного дерева за 3 – 4 мин, тогда как при оценке по семенному потомству отобранных по фенотипам «плюсовых» деревьев необходимо ждать 10 – 20 лет.

Проблема 2. Необходимость устранения больших ошибок методов визуальных индивидуальных отборов (даже с использованием ПФП и ПРИ) в нетипичные годы для конкретной зоны селекции. Селекционер испытывает в коллекционном питомнике

коллекцию исходных сортов для селекции в своей зоне минимум 3 года, подбирая, по его мнению, лучших родителей. На 4-й год он высевает в питомнике гибридизации этих родителей, скрещивает их и получает семена гибридного поколения F1. На 5-й год он высевает семена F1 в питомнике отборов и производит визуальные отборы лучших фенотипов. Но если год отборов выдался нетипичным для данной зоны селекции, то лучшую продуктивность проявят другие генотипы, которые не дадут в типичные годы максимального урожая. Отобрав их в нетипичный год, селекционер совершит большую ошибку, поскольку в типичный год отобранные генотипы «просядут», а имеющиеся в популяции лучшие генотипы для типичного года – в основном (после отборов в нетипичный год) будут потеряны, поскольку невозможно весь материал всех семей F2 пересевать в F3, F4 и т.д. В итоге 5 лет напряженной работы селекционера часто пропадают впустую [16, С. 111]. Именно отборы в нетипичные годы приводят к тому, что сорт, созданный в одной географической точке, после испытания в системе Госсортосети районирован за сотни (и даже тысячи) км от места его выведения. Так в наши дни в Ленинградской области районирован сорт Красноуфимская 100, созданный на Урале; в Липецкой области возделывали сорта из Одессы; на казахстанской целине и в Западной Сибири высевали Саратовскую 29, созданную в Саратове; сорт Харьковская 46 оккупировал Алтай, но не Харьковщину; шведский сорт Ранг в 70-е годы занимал огромные площади в Тюменской и Омской областях. Это говорит о низкой разрешающей способности методов традиционной полевой селекции. Ситуация в полевой селекции сегодня подобна той, что была в прыжках с шестом: когда спортсмены прыгали в бамбуковыми шестами, мировой рекорд был на уровне 4-х метров. Новые химические технологии создали фиброглассовые шесты, и мировой рекорд сразу поднялся до 6 м. Это узкое место можно убрать, если проводить отборы в F2 и последующих поколениях в Селекционном фитотроне, в котором поворотами рукояток можно легко создавать типичные динамики лим-факторов для любой зоны селекции на Земле.

Проблема 3. Отсутствие технологий селекции на гомеостаз урожая (на повышение «пластичности» сорта) в ряду лет в одной географической точке или в один год в разных точках. До создания ТЭГОКП природа гомеостаза урожая (пластичности сорта) была неизвестна. Селекцию на повышение гомеостаза урожая вели методом проб и ошибок (методом «тыка») с огромными затратами времени и средств. ТЭГОКП расшифровала ранее неизвестный эколого-генетический механизм гомеостаза урожая (пластичности сорта [16, С. 172] и позволила создать приоритетную технологию селекционного повышения пластичности новых сортов [9].

Проблема 4. Отсутствие технологий селекции на повышение засухоустойчивости новых сортов. Ежегодно экономика РФ теряет 7 – 8 млрд. руб. из-за недостаточной засухоустойчивости сортов зерновых и зернобобовых культур. То же самое происходит и в других странах. Так в Австралии в 2003 г. производство пшеницы из-за засухи сократилось с 24 до 9 млн. тонн, или на 62,5%. Традиционные методы селекции – парные, диаллельные и другие схемы скрещиваний и визуальные отборы на фоне засухи – не способны повысить наследственную засухоустойчивость, вклад в которую вносят минимум 22 компонентных признака, каждый из которых детерминируется числом генов от 10 до 9 000 [13]. Созданный в рамках ТЭГОКП приоритетный фенотайпинг позволил создать новую неканоническую высокую технологию наследственного повышения засухоустойчивости в Селекционном фитотроне [13].

Проблема 5. Отсутствие эффективных технологий селекции на повышение холодостойкости и жаростойкости новых сортов. Приоритетный фенотайпинг, вышедший из ТЭГОКП, позволил создать новую инновационную технологию селекции

для наследственного повышения холодо- и жаростойкости новых сортов при селекции в Селекционном фитотроне, последовательно повышая устойчивости для каждой фазы онтогенеза (например, у пшеницы – 12 фаз онтогенеза) [8].

Проблема 6. Отсутствие технологий преодоления нежелательных отрицательных генотипических корреляций между экономически важными свойствами и проблемы прогноза положительных генотипических корреляций между легко наблюдаемым признаком и трудно регистрируемым невидимым признаком. ТЭГОКП впервые выяснила эколого-генетические механизмы сдвигов знаков и величин генотипических корреляций в разных средах и создала методы прогноза их изменений от среды к среде [37].

Проблема 7. Отсутствие знаний о природе трансгрессий, их прогнозов и надежных алгоритмов подбора родительских пар для получения трансгрессий по продуктивности и урожаю. Трансгрессии – главный рычаг повышения урожаев у растений самоопылителей. Во многих учебниках генетики излагается комбинаторно-генетическая гипотеза природы трансгрессий: $AaBb \times aabb = AaBb$ (в случае направленного доминирования генотип $AaBb$ будет превышать по продуктивности лучший родительский сорт). ТЭГОКП отвергла эту гипотезу, не позволяющую селекционеру прогнозировать возникновение трансгрессий в F_2 , расшифровала эколого-генетическую природу трансгрессий, создала методы прогноза трансгрессий и технологии подбора родительских сортов для скрещивания [37], что позволяет сократить ежегодные объемы скрещиваний каждым селекцентром (а их обычно 1000 и более) – до 5 – 10 кроссов. Сейчас в РФ около 40 селекцентров, так что сокращение объемов скрещиваний в 100 и более раз существенно снизит затраты и поднимет эффективность селекции на повышение урожаев.

Проблема 8. Отсутствие знаний о природе гетерозиса у перекрестников и самоопылителей и задача создания новых алгоритмов подбора пар в селекции на гетерозис. ТЭГОКП подтвердила мнение Ю.Н. Иванова: *«Гетерозис – явление, не имеющее под собой генетической теории. Оно скорее физиологическое, чем генетическое. Ни одна красивая генетическая теория гетерозиса не уцелела; ожидания эффекта гетерозиса у гибридов катастрофически лопались, но это замалчивалось»* [18, С. 367]. ТЭГОКП расшифровала эпигенетический (эколого-генетический) механизм экологически зависимого гетерозиса, создала инновационную технологию его прогнозирования и экспериментально доказала возможность получения гетерозисного эффекта по продуктивности у яровой пшеницы – более 100% от лучшего родителя [38, 30]. Это позволяет на базе этого нового знания вернуться к проблеме создания высокоурожайной гибридной пшеницы. (До наших работ максимальный эффект гетерозиса по продуктивности у пшеницы не превышал 10%).

Проблема 9. Отсутствие знаний о природе важнейшего для селекции явления – взаимодействия «генотип-среда» (ВГС). ВГС – это смена рангов продуктивности в наборе сортов, выращиваемых в разных средах (в разные годы в одной географической точке, или в один год в разных точках). В период с 1905 по 1918 гг. К. Пирсон, С. Спирмен и Р. Фишер [28, 40, 39] предложили количественные методы («линейки») для измерения эффектов ВГС – коэффициент ранговой корреляции и двухфакторный дисперсионный анализ, которые с успехом применяются и поныне. Однако природа ВГС была неизвестна до 2010 г., и, что очень интересно, ни одна из ветвей традиционной генетики (менделевская, биометрическая и молекулярная) с 1918 по 2010 г. не выдвинула ни одной гипотезы о природе феномена ВГС. Из ТЭГОКП вышла гипотеза об эколого-генетической природе ВГС, она была экспериментально подтверждена, так что сегодня природа ВГС полностью расшифрована. Это позволяет прогнозировать эффекты ВГС для любых сред, а при интродукции генотипа в новые

условия среды – заранее знать «портрет» данного генотипа (сорта) в новой среде, до его экспериментального переноса в новую среду [7].

Проблема 10. Отсутствие методов точной оценки эколого-генетического потенциала повышения урожая при скрещивании конкретного набора сортов по диаллельной схеме. На основе ТЭГОКП, используя огромный банк данных (программы ДИАС) замеров признаков продуктивности (около 5 млн. значений), созданы инновационные алгоритмы и программы для ЭВМ для количественной оценки возможного наследственного превышения урожая будущего сорта над урожаем лучшего сорта из взятого набора сортов для любых географических точек [16, С.189 – 199].

Проблема 11. Необходимость нового знания всех возможных «рычагов» повышения урожая в процессе селекции. ТЭГОКП показала, что существуют 4 главных рычага повышения урожая новых сортов [4]: 1) типизация динамики лим-факторов среды для каждой зоны селекции, для того чтобы потом воспроизводить типичные динамики типичных лет в Селекционном фитотроне; 2) точная идентификация генотипов при отборах на фоне типичной динамики лим-факторов (существует альтернатива: либо, при селекции в поле, ждать прихода типичного года и не вести отборы в нетипичные годы, утопая в огромных объемах семей второго, третьего и других поколений, либо создавать в Селекционном фитотроне динамики лим-факторов типичных лет для любой географической точки и проводить отборы в фитотроне); 3) «введение» путем скрещиваний в критические фазы онтогенеза конкретного сорта – генетических систем устойчивости к стрессорам («фазовая селекция»). Этот рычаг способен поднять урожай на 20 – 30%; 4) снятие генетических лимитов в суточной динамике физиологических процессов. Так, продление нормальной «работы» физиологических систем на 2 часа в сутки даст за 100 дней вегетации прибавку биомассы, которую дает более позднеспелый (на 9 суток) сорт, т.е. 20 – 30%. Суммарно возможное эколого-генетическое повышение урожая пшеницы яровой в Западной Сибири – 50 – 70%; в Европейской части РФ – 60 – 80%. Взять этот потенциал можно только с помощью Селекционного фитотрона [4].

Проблема 12. Отсутствие технологий быстрой (без смены поколений) оценки генетической (аддитивной) дисперсии признаков продуктивности. Применение в селекционных технологиях ПФП и ПРИ позволяет очень точно оценивать генотипическую дисперсию признаков продуктивности, однако, эта дисперсия имеет сложную природу: в нее входят эффекты межаллельных взаимодействий в локусах (доминирование и сверхдоминирование), эффекты межлокусных взаимодействий (парные эпистазы – комплементарный и дубликатный) и мультилокусные эпистазы. Генетическую (аддитивную) дисперсию порождает изменчивость только аддитивных вкладов генов. Поскольку генетическое улучшение самоопылителей происходит только за счет накопления плюсовых аддитивных генов, то селекционеру необходимо знать не только генотипическую дисперсию, но гораздо более важную для него – генетическую (аддитивную). До появления ТЭГОКП аддитивную дисперсию оценивали либо по корреляции «родитель-потомок», либо по корреляции родственников (сибы и полусибы). Эти оценки требуют смены поколений, т.е. больших затрат времени, и при этом нельзя прогнозировать уровень возможного генетического повышения продуктивности у будущего сорта. ТЭГОКП предложила принцип быстрой оценки (без смены поколений) аддитивной дисперсии по степени «симилярности» реагирования родительских генотипов в экологическом градиенте [6], что позволило делать количественные прогнозы прибавок продуктивности у будущего сорта.

Проблема 13. Отсутствие теории построения оптимальных селекционных индексов для разных динамик лимитирующих факторов в разных зонах селекции. Ю.А.

Филипченко [34, С. 38 – 39] подчеркивал: *«На основании своего опыта я должен предостеречь всех изучающих наследование количественных признаков от пользования индексами – если не совершенно, то в громадном большинстве случаев. Только в очень немногих случаях метод индексов дает нечто большее, чем пользование одними абсолютными величинами... В громадном же большинстве случаев пренебрежение абсолютными величинами при выяснении хода наследования может вызвать только путаницу и ошибки»*. Однако физиологи растений изучают только количественные признаки (генетики еще и качественные), при этом только в виде индексов. Интенсивность фотосинтеза или транспирации в абсолютном значении не имеют никакого смысла (в отличие от «массы колоса» или «числа колосков в колосе»). Физиологи рассчитывают эти интенсивности на клетку, на единицу площади листа, на единицу массы листа (сырой или сухой), на число хлоропластов и т.п. Но отношение двух признаков – это и есть индекс, значит использование индексов в физиологии растений – обычная и повсеместная процедура. Почему же индексы при изучении генетики количественных признаков приводят к «путанице и ошибкам», а индексы тех же количественных, но физиологических, признаков имеют повсеместное распространение, более того, без них вообще невозможно изучать физиологические процессы?

Из ТЭГОКП вышла новая теория селекционных индексов (НТСИ) [19], которая увязала информативность индексов с лим-факторами внешней среды. Так, отбор по «индексу аттракции» – отношению массы колоса к массе соломины главного стебля одного растения – при селекции пшеницы в Северной Индии (на фоне полива, оптимального минерального питания, оптимальной температуры и освещенности) будет отражать генетические различия растений по качеству ГФС аттракции, и отбор по этому индексу даст новый сорт с наилучшими системами аттракции. Но если мы будем вести отборы по этому же индексу в Саратове (на фоне засухи), то у генотипа, имеющего лучшие гены засухоустойчивости, параллельно увеличатся и «масса колоса» и «масса соломины», т.е. «индекс аттракции» останется неизменным. Отбор по этому индексу в Саратове приведет к потере самых ценных засухоустойчивых генотипов. В Саратове надо вести отборы по индексу – «максимальная общая сухая биомасса растения на фоне средней оводненности листьев и стебля». НТСИ показала, что в одной среде конкретный селекционный индекс может давать прекрасные селекционные результаты, а в другой – приводить к потерям наиболее ценных генотипов. НТСИ предложила конкретные индексы для конкретных сред с четким прогнозом успешности селекции на продуктивность и урожай.

Проблема 14. Необходимость удешевления создания новых прорывных сортов. Все селекционные компании мира проводят экологические испытания новых предсортов (в РФ это делает Госкомиссия по сортоиспытанию МСХ РФ). Так компания KWS (ФРГ) имеет 150 испытательных полигонов в 55 разных странах. Предсорт, например, свеклы сахарной, испытывается в каждой географической точке не менее 3 – 4-х лет. Это очень дорого – создание одного нового гибрида свеклы сахарной длится 15 – 16 лет и обходится в 15 – 18 млн. евро. В Селекционном фитотроне можно поворотами рукояток создать типичную динамику лим-факторов для любой географической точки Земли. Объемы испытаний можно резко сократить по времени (4 месяца вместо 3 – 4-х лет) и по объемам (вместо полевых делянок с тысячами растений достаточно 100 растений (для каждой среды) в вегетационных сосудах Селекционного фитотрона с убранными экологическими и конкурентными шумами. Эти испытания не будут зависеть от сезона года и от любых случайных парадоксов погоды. Стоимость экологических испытаний в фитотроне можно уменьшить в разы, тем самым снизить

стоимость создания сорта и существенно увеличить конкурентоспособность сортов РФ на мировых рынках.

Проблема 15. Необходимость новых технологий для упреждающего создания сортов для будущего климата, который сформируется в зоне селекции через 10 – 15 лет. Потепление (как и похолодание) климата на Земле идут не равномерно, а «пятнами». Климатологи создают прогнозы изменений климата для каждого «пятна». Только в селекционном фитотроне можно создать климат, который будет через 10 – 15 лет в данном регионе, и за 5 – 6 лет на фоне этого будущего климата, созданного в фитотроне, сконструировать сорт, идеально подогнанный к будущему климату. Полевая селекция этого сделать не может, т.к. сорт в поле создается 10 – 15 лет. Полевая селекция всегда будет отставать на 10 лет от идеального соответствия созданного в поле сорта изменившемуся климату. Это приводит и будет приводить к большим недоборам валовых урожаев. ТЭГОКП создала фитотронные технологии упреждающего создания идеально приспособленных сортов к будущим климатам в любых точках Земли.

Проблема 16. Необходимость повышения экспортных перспектив новых сортов, создаваемых в Селекционном фитотроне. В Селекционном фитотроне можно создавать типичную динамику лим-факторов для любой точки Земли. Сегодня почти все сорта с.-х. растений, растущие на Земле, выведены в полевых условиях, где очень низкий процент (0,001%) достоверного «узнавания» самых лучших индивидуальных генотипов при визуальных отборах, кроме того, отсутствует «фазовая» селекция (т.е. селекционное улучшение адаптивности каждой фазы онтогенеза), а если год проведения отборов совпадет с нетипичным годом для данной зоны селекции, то предыдущие 5 лет работы селекционера могут просто пропасть. Поэтому все сорта Мира, выведенные в поле, имеют большой резерв повышения продуктивности.

Из ТЭГОКП вышли фитотронные технологии фазовой селекции, быстрые методы идентификации лучших генотипов при отборах (без смены поколений), методы фитотронного управления лим-факторами, «ударяющими» по разным фазам развития, продление суточной физиологической активности растений, которые могут повысить урожай сортов, выращиваемых сегодня в РФ, на 50 – 80%.

По нашему мнению, именно ТЭГОКП с её 24-мя следствиями и 10-ю ноу-хау и является тем самым **«фундаментальным научным прорывом»**, о необходимости которого пишет Сельскохозяйственный Информационный Бюллетень МСХ США (см. эпиграф).

ТЭГОКП – это мощная альтернатива геномной инженерии, особенно при решении проблемы повышения продуктивности и урожаев новых сортов растений. В компактной форме ТЭГОКП и следствия из неё представлены в публикациях [5, 35, 12, 25].

Ноу-Хау высоких инновационных технологий эколого-генетического (полевого и фитотронного) улучшения компонентов продуктивности растений, вышедшие из ТЭГОКП:

- 1) типизация динамики лим-факторов среды для каждой зоны селекции и вида растений на основе приоритетных алгоритмов;
- 2) прогнозы возникновения трансгрессий и методы подбора лучших родительских пар на основе расшифрованной природы трансгрессий;
- 3) методы экспрессной оценки аддитивности действия ГФС для создания предсортов и сортов;

- 4) методы прогноза экологически зависимого гетерозиса и подбор родительских пар для гетерозисной селекции;
- 5) методы прогноза эффектов взаимодействия «генотип-среда» с помощью алгоритмов анализа типичной динамики лим-факторов в онтогенезе;
- 6) методы прогноза генотипических, генетических (аддитивных) и экологических корреляций и оптимальные методы отбора на основе этих прогнозов;
- 7) теория и новые принципы построения селекционных индексов (с позиций ТЭГОКП), и новые методы отбора по индексам с учетом типичных динамик лим-факторов среды в разных географических точках;
- 8) методы идентификации генотипов по их фенотипам с помощью принципа фоновых признаков и алгоритмов «ортогональной» идентификации по конечным (результатирующим) признакам и по компонентным признакам на разных фазах онтогенеза;
- 9) методы создания стартовых рабочих коллекций селекцентров для каждой зоны селекции РФ;
- 10) методы создания стержневых коллекций (core-collections) в банках генетических ресурсов растений.

Список литературы

1. Брюбейкер Дж.Л. Сельскохозяйственная генетика. – М.: Колос, 1966. – 223 с.
2. Глазко В.И., Глазко Г.В. Толковый словарь по общей и молекулярной биологии, общей и прикладной генетике, селекции, ДНК-технологиям и биоинформатике. Т. 2. – М.: Академкнига, Медкнига, 2008. – 530 с.
3. Драгавцев В.А. Генетика количественных признаков растений в решении селекционных задач: Дисс. ... д-ра биол. наук : 03.00.15 / Ин-т общей генетики АН СССР. – М., 1984.
4. Драгавцев В.А. Глобальный кризис растениеводства XXI века требует новых технологий конструирования прорывных по урожаю и качеству сортов растений: презентация 2 июня 2017 г. на Петербургском Международном Экономическом Форуме (30 мин).
5. Драгавцев В.А. Уроки эволюции генетики растений // Биосфера. – 2012. – Т. 4, № 3. – С. 251–262.
6. Драгавцев В.А., Аверьянова А.Ф. О корреляции между уровнем аддитивной вариации и степенью симилярности реакции количественных признаков пшеницы // Генетика. – 1979. – Т. 15, № 3. – С. 518–526.
7. Драгавцев В.А., Драгавцева И.А., Ефимова И.Л., Кузнецова А.П., Моренец А.С. К экспериментальному подтверждению новой гипотезы об эколого-генетической природе феномена «взаимодействие генотип-среда» // С.-х. биология. – 2018. – Т. 53, № 1. – С. 151–156.
8. Драгавцев В.А., Драгавцева И.А., Ефимова И.Л., Моренец А.С., Савин И.Ю. Управление взаимодействием «генотип-среда» – важнейший рычаг повышения урожаев сельскохозяйственных растений // Труды Кубанского Государственного Аграрного университета. – Краснодар, 2016. – № 2 (59). – С. 105–121.
9. Драгавцев В.А., Кондратенко Е.Я. Генетический анализ гомеостаза количественных признаков продуктивности // Тезисы 3-ей Всесоюзной конференции «Экологическая генетика растений и животных». – Кишинев, 1987. – С. 136.
10. Драгавцев В.А., Литун П.П., Шкель Н.М., Нечипоренко Н.Н. Модель эколого-генетического контроля количественных признаков растений // Доклады АН СССР. – 1984. – Т. 274, № 3. – С. 720–723.

11. Драгавцев В.А., Малецкий С.И. Пути «гены-признаки» неисповедимы // Биосфера. – 2016. – Т. 8, № 2. – С. 143–150.
12. Драгавцев В.А., Малецкий С.И. Эволюция парадигм наследования и развития и их ведущая роль в создании инновационных селекционных технологий // Биосфера. – 2015. – Т. 7, № 2. – С. 155–168.
13. Драгавцев В.А., Михайленко И.М., Проскуряков М.А. Неканонический подход к решению задачи наследственного повышения засухоустойчивости у растений (на примере хлебных злаков) // С.-х. биология. – 2017. – Т. 52, № 3. – С. 487–500.
14. Драгавцев В.А., Острикова В.М. Поиск фоновых признаков для экспрессной оценки генетической изменчивости в растительных популяциях // Генетика. – 1972. – № 8 (4). – С. 33–37.
15. Драгавцев В.А., Погожев И.Б., Соколова Т.А. Количественные оценки генотипических значений признаков растений с учетом распределения экологических отклонений у фенотипов // Модели экосистем и методы определения их параметров. – Новосибирск: Вычислительный центр СО АН, 1981. – С. 190–196.
16. Драгавцев В.А., Цильке Р.А., Рейтер Б.Г., Воробьев В.А., Дубровская А.Г., Коробейников Н.И., Новохатин В.В., Максименко В.П., Бабакишиев А.Г., Илющенко В.Г., Калашник Н.А., Зуйков Ю.П., Федотов А.М. Генетика признаков продуктивности яровых пшениц в Западной Сибири. – Новосибирск: Наука, 1984. – 230 с.
17. Дьяков А.Б., Драгавцев В.А. Разнонаправленность сдвигов количественного признака индивидуального организма под влиянием генетических и средовых причин в двумерных системах признаковых координат // Эколого-генетический скрининг генофонда и методы конструирования сортов с.-х. растений по урожайности, устойчивости и качеству. – СПб.: ВИР, 1998. – С. 23–40.
18. Иванов Ю.Н. Мысли о науке и жизни. – 4-е изд. – Новосибирск: Свиньин и сыновья, 2011. – 398 с.
19. Кочерина Н.В., Драгавцев В.А. Введение в теорию эколого-генетической организации полигенных признаков растений и теорию селекционных индексов. – СПб.: Дон Боско, 2008. – 87 с.
20. Краткий словарь по лесной генетике. – Красноярск: Наука, 2015. (Метод фоновых признаков).
21. Кренке Н.П. Феногенетическая изменчивость. Т. 1. – М.: Биол. ин-т им. К.А. Тимирязева, 1933–1935. – 860 с.
22. Литун П.П. Разрешающая способность современных схем селекционных отборов // Материалы 4-го Всесоюзного съезда ВОГиС им. Н.И. Вавилова. – Кишинев, 1982. – Т. 2. Генетика растений. – С. 89–91.
23. Лутова Л.А. Современные технологии в биологии растений // Материалы Всероссийской школы молодых ученых по экологической генетике. – Краснодар, 2012. – С. 82–100.
24. Макрушин Н.М., Драгавцев В.А., Плугатарь Ю.В., Малецкий С.И., Малько А.М., Макрушина Е.М., Шабанов Р.Ю. Толковый словарь по инновационным вопросам селекции, семеноводства и размножения растений (русско-английский). – Симферополь: Диайпи, 2017. – 207 с.
25. Малецкий С.И., Драгавцев В.А. Обзорное рассмотрение эпигенетической революции // Политическая концептология. – 2016. – № 1. – С. 249–254.
26. Международная энциклопедия “Basic Life Scienses”. – New York and London: Plenum press. – Vol. 8. – P. 233–240.
27. Никоро З.С., Харитонова З.Н., Решетникова Н.Ф. Различные способы определения племенной ценности животных. – М.: Колос, 1968.
28. Пирсон К. Грамматика науки. – М., 1905.

29. *Плохинский Н.А.* Наследуемость. – Новосибирск: Наука, 1964. – 196 с.
30. *Рахман М. М., Драгавцев В.А.* Новые подходы к прогнозированию гетерозиса у растений // С.-х. биология. – 1990. – № 1. – С. 3–12.
31. *Рокицкий П.Ф.* Введение в статистическую генетику. – Минск: Вышэйшая школа, 1974. – 448 с.
32. *Савченко В.К.* Генетический анализ в сетевых пробных скрещиваниях. – Минск: Наука и техника, 1984. – 223 с.
33. *Уильямс У.* Генетические основы и селекция растений. – М.: Колос, 1968. – 448 с.
34. *Филипченко Ю.А.* Генетика мягких пшениц. – 2-е изд. – М.: Наука, 1979. – 311 с.
35. *Якушев В.П., Михайленко И.М., Драгавцев В.А.* Агротехнологические и селекционные резервы повышения урожаев зерновых культур в России // С.-х. биология. – 2015. – Т. 50, № 5. – С. 550–560.
36. *Diyakov A.B., Dragavtsev V.A.* Algorithms of an ecology-genetic survey of the genefund and methods of creating the varieties of crop plants for yield, resistance and quality. – St.-Petersburg: VIR, 2002. – P. 22–23.
37. *Dragavtsev V.A.* Ascertaining of about epigenetic nature of transgressions at plants productivity traits // V Міжнародна конференція «Літні наукові читання» (Київ, 31 червня 2017 р.). – Київ: Центр наукових публікацій «Велес», 2017. – Ч. 1. – С. 5–10.
38. *Dragavtsev V.A., Rachman M. M.* Problems of forecasting heterosis in quantitative genetics // Biometrics in Plant Breeding. Proc. 7th Meeting of EUCARPIA. – Norway, 1988. – P. 126–130.
39. *Fisher R.A.* The correlation between relatives on the supposition of mendelian inheritance // Trans. Roy. Soc. – Edinburgh, 1918. – Vol. 52. – P. 399.
40. *Spearman C.* The Proof and Measurement of Association between Two Things // American Journal of Psychology. – 1904. – Vol. 15, no 1. – P. 72–101.

Статья поступила в редакцию 02.07.2019 г.

Dragavtsev V.A. The answers of the breeding yield gain process tasks, that stem from the theory of an ecological - genetic implementation of quantitative traits // Bull. of the State Nikita Botan. Gard. – 2019. – № 132. – P. 17-28.

In the period of 1984-2014 our scientific school (by 2017 – 35 Candidates of Sciences and 12 Doctors of Sciences) evolved a new theory of an ecological - genetic implementation of quantitative traits. The theory is based on the discovery of a new epigenetic phenomenon – change of genes products under a quantitative trait when the limiting factor of the environment changes. It follows by the theory that there are 24 of priority issues and 10 know-how, which can eliminate some “tight spots” of the traditional breeding technologies of a yield gain. The methods of elimination of 16 “tight spots”, that are experimentally well-tried on many agricultural plants, are described in the paper and the perspective of new varieties in Breeding phytotron creation, in which it is quite possible to create any dynamics of limiting factors of the environment for typical years of any region of globe, is demonstrated.

Key words: *problems of elimination of “tight spots” in breeding technologies of yield gain; theory of ecological-genetic implementation of quantitative traits*

УДК 631.527:634.1+633.8

DOI: 10.25684/NBG.boolt.132.2019.03

РАЗВИТИЕ СОВРЕМЕННЫХ НАПРАВЛЕНИЙ СЕЛЕКЦИИ ПЛОДОВЫХ КУЛЬТУР В НИКИТСКОМ БОТАНИЧЕСКОМ САДУ

**Юрий Владимировч Плугатарь, Анатолий Владимирович Смыков,
Валентина Милентьевна Горина, Наталия Александровна Багрикова,
Раиса Даниловна Бабина, Александр Иванович Сотник,
Татьяна Сергеевна Науменко**

Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН
298648, Республика Крым, г. Ялта, пгт Никита, Никитский спуск, 52
E-mail: priemnaya-nbs-nnc@yandex.ru

Приведены результаты исследований по селекции плодовых культур в Никитском ботаническом саду по направлениям: частная генетика растений; выявление закономерностей наследования отдельных признаков у культурных растений; определение генетического потенциала и выделение источников полезных свойств; создание доноров ценных признаков на моно- и полигенной основе; создание методами отдалённой и внутривидовой гибридизации новых адаптивных, высокоурожайных сортов с плодами высокого качества, удовлетворяющих современным требованиям интенсивного садоводства; повышения урожайности, устойчивости к негативным условиям среды и биогенным повреждающим факторам, прежде всего – грибным, бактериальным и вирусным инфекциям; прогнозирования урожайности на основе разработанной онтогенетической модели, определяющей зависимость продуктивности от выделенных в процессе регрессионного анализа особенностей сортов и факторов окружающей среды.

Ключевые слова: *плодовые культуры; селекция; Никитский ботанический сад*

Никитский ботанический сад (НБС) основан в 1812 году с целью привлечения из разных стран лучших сортов плодовых и других полезных растений для развития сельского хозяйства присоединённых территорий Юга России. В период существования НБС как Императорского ботанического сада в его деятельности сочетались наука и практика: интродукция растений, выращивание и распространение саженцев, с 1830 года – селекционная работа, в 1908 году организованы ботанический кабинет, физиологическая лаборатория и метеостанция. С 1914 года начал создаваться Гербарий НБС. 28 февраля 1924 года Нарком земледелия РСФСР утвердил Положение о НБС как научном учреждении, 26 июля 1925 года оно было принято постановлением Совнаркома СССР. В составе Сада были сформированы научные отделы – плодовой, дендрологии, ботаники, генетики и селекции, биохимии, физиологии, кабинет защиты растений. С этого времени НБС становится одним из основных растениеводческих центров СССР и обеспечивает новыми сортами плодовых, технических и декоративных культур сельское хозяйство юга СССР, включая южные районы РСФСР и УССР, а также республик Закавказья (Грузия, Армения, Азербайджан) и Средней Азии (Узбекистан, Казахстан, Туркмения). В 1935 году НБС был включен в состав ВАСХНИЛ.

В настоящее время ФГБУН «Ордена Трудового Красного Знамени Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН» выполняет научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы в соответствии с Программой фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013-2020, Грантом РНФ; договорами о научно-техническом сотрудничестве с исследовательскими и учебными заведениями России и зарубежных стран.

На сегодняшний день в НБС представлен коллекционный фонд различных групп растений, который по видовому, сортовому и формовому разнообразию является одним из лучших в мире.

Исследования по селекции плодовых культур в Никитском ботаническом саду ведутся по направлениям: частная генетика растений; выявление закономерностей наследования отдельных признаков у культурных растений; определение генетического потенциала и выделение источников полезных свойств; создание доноров ценных признаков на моно- и полигенной основе; создание методами отдалённой и внутривидовой гибридизации новых адаптивных, высокоурожайных сортов с плодами высокого качества, удовлетворяющих современным требованиям интенсивного садоводства; расширение ареала выращивания культур и «конвейера» плодоношения – от сверххранних до поздних; повышение урожайности, устойчивости к негативным условиям среды и биогенным повреждающим факторам, прежде всего – грибным, бактериальным и вирусным инфекциям; прогнозирование урожайности на основе разработанной онтогенетической модели, определяющей зависимость продуктивности от выделенных в процессе регрессионного анализа особенностей сортов и факторов окружающей среды. Проводятся комплексные исследования с лабораториями различного направления (биохимия, биотехнология, физиология, генная инженерия и др.) по созданию конкурентоспособных сортов плодовых культур.

Интродукционные и селекционные исследования проводятся сегодня с использованием общепринятых методик и методических разработок НБС и современных, в том числе молекулярно-генетических, биохимических и других подходов.

Результаты научных исследований

Частная генетика растений. В результате многолетних исследований выделены сорта груши по основным хозяйственно-биологическим признакам, представляющие интерес для использования их в качестве родительских форм и для выращивания в промышленных насаждениях по интенсивным технологиям. Использование в селекционных программах коллекционных сортов различного эколого-географического происхождения позволило создать в НБС более 100 сортов, из них 13 включены в Государственный реестр селекционных достижений и допущены к использованию. Для выделенных образцов был проведен ДНК-фингерпринтинг и анализ генетического полиморфизма ряда сортов из Генофондовой коллекции груши НБС-ННЦ с применением анализа микросателлитных локусов. Использование семи микросателлитных маркеров позволило идентифицировать изученные сорта груши и объективно охарактеризовать степень их генетического родства. Проведенный анализ показывает перспективность использования в селекции сортов из Франции и Бельгии. Для обеспечения наибольшего генетического разнообразия в гибридном фонде коллекции груши НБС-ННЦ следует учитывать при формировании родительских пар, как комплекс фенотипических признаков, так и степень их генетического сходства [10].

С использованием анализа полиморфизма микросателлитных локусов выполнена ДНК-паспортизация и оценка степени генетического сходства выборки из 20 современных сортов персика селекции НБС-ННЦ. Исследованные сорта являются востребованными в садоводстве в агроклиматических условиях региона и представляют селекционный интерес как источники полезных адаптивных признаков. Для анализа полиморфизм исследуемых сортов использовали 13 SSR-маркеров: ВРРСТ025, СРРСТ044, ВРРСТ007, СРРСТ006, UDP96-018, ВРРСТ023, UDP98-410, СРРСТ040, UDP98-409, ВРРСТ017, ВРРСТ028, UDP98-412 и ВРРСТ002. Маркеры были распределены в мультиплексные наборы, включающие 3 – 4 маркера. Оптимальные сочетания SSR-маркеров позволили получать легко интерпретируемые

результаты в ходе фрагментного анализа. Среди использованных SSR-маркеров наибольшее количество аллелей (5) было выявлено для маркеров BPPCT 025 и CPPCT 044, наименее полиморфными оказались маркеры CPPCT 040, UDP 98-409, BPPCT 028 (2 аллеля) и BPPCT002 (1 аллель). По остальным SSR-маркерам было выявлено по 3 – 4 аллеля на локус. Анализ полученных ДНК-фингерпринтов показал, что все изученные сорта обладают уникальным аллельным набором. Наиболее полиморфные SSR-маркеры перспективны для использования при ДНК-паспортизации генетических ресурсов персика. Выполненный кластерный анализ выявил три главных кластера, распределение в которых в ряде случаев согласуется с происхождением сортов. Данные о степени генетического сходства в совокупности с данными о происхождении сортов могут быть использованы для планирования комбинаций скрещиваний при необходимости получения максимального уровня разнообразия в гибридном потомстве [12].

Выделение источников полезных свойств у культурных растений.

Установлена связь уровня водного дефицита в тканях листа и степени морозостойкости представителей семейства Oleaceae. Высокий уровень водного дефицита, также, как и чрезмерная оводненность тканей отрицательно сказываются на устойчивости к действию отрицательных температур у зимневегетирующих видов семейства *Oleaceae*. Вероятно, это связано с тем, что относительно низкая «влагоемкость» тканей у морозостойких генотипов указанного семейства благоприятствует связыванию вновь поступившего количества воды и тем самым предотвращает повреждение растений низкими температурами. Показано, что при действии отрицательных температур нарушения в ассимиляционном аппарате у относительно морозостойких сортов маслины европейской – Никитская, Раццо, носят обратимый характер, что свидетельствует о наличии защитных механизмов, позволяющих сохранять фотосинтетическую активность при неблагоприятных температурных условиях [3]. Получены данные о засухоустойчивости ранее не изученных гибридных форм *Chaenomeles* и генотипов *Armeniaca vulgaris*. Показано, что наилучшими водоудерживающими характеристиками, сочетающимися с высокой репарационной способностью после критического обезвоживания (72-93% листовой площади) обладали *Ch. x superba 'FireDance'*, селекционные формы *Ch. spesiosa* А-8, А-5, А-2, А-10; сорта абрикоса: Казачок, Колобок Голубева, Алупкинский, Любимец Рихтера, гибридные формы: Бриг, 99-156, 89-526. Наиболее низкую устойчивость и нестабильность показателей водного режима в условиях воздействия засушливых факторов окружающей среды продемонстрировали формы *Ch. spesiosa*: А-6, А-7, А-9, сорта абрикоса Костёр, Логна и межвидовые гибриды Фрегат и 7404 [8].

Проведены исследования водного режима новых интродуцированных и отечественных сортов абрикоса. Высокой оводненностью листьев выделяются сорт Сосед (65,1%) и формы 8541 (65,8%), 287981 (64,4%). Медленнее других в процессе всего периода завядания воду отдавали листья сортов Миндальный, Олимп, Пасынок, Hong Ju и форм 8552, 8559, после 24 часового завядания листья потеряли до 35,9% влаги. Лучше других тургор восстанавливают листья сортов Пасынок – 97,2%, Миндальный – 97,1%, Hong Yu – 96,4%, Kioto – 93,3%, Крымский Амур (к) – 92,3% и форм 8559 – 94,5%, 287981 – 92,2%. Самой высокой устойчивостью к засухе в лабораторных и полевых условиях отличились пять сортов абрикоса (Сосед, Олимп, Миндальный, Пасынок, Hong Ju) и три селекционные формы (287981, 8552, 8559) для использования в дальнейшей селекции при создании новых высокоадаптивных к атмосферной и почвенной засухе сортов абрикоса для условий юга России [1].

Определены биохимические показатели, связанные с реализацией механизмов низкотемпературной устойчивости у сортов маслины европейской. Изучено изменение

ферментативной активности и содержания пролина в контролируемых условиях при помощи метода прямого искусственного промораживания. Установлено, что при развитии низкотемпературного стресса происходит снижение активности ферментов у слабоустойчивых сортов и увеличение концентрации пролина у всех сортов маслины на 10-20%. При помощи метода высокоэффективной жидкостной хроматографии в этанольных экстрактах листьев маслины выявлено более 10 компонентов фенольной природы, среди которых идентифицированы флавоноиды: лютеолин-7-О-глюкозид и рутин. Также в экстрактах присутствуют производные апигенина, лютеолина и розмариновой кислоты. В результате анализа сезонной динамики содержания флавонолов, активности каталазы, полифенолоксидазы и супероксиддисмутазы выявлена зависимость данных параметров от степени устойчивости сортов маслины к отрицательным температурам [7].

Определение генетического потенциала, выявление закономерностей наследования отдельных признаков у культурных растений и создание доноров ценных признаков. На основании результатов многолетних исследований по комплексу ценных хозяйственно-биологических признаков выделены перспективные формы и сорта косточковых плодовых культур селекции НБС-ННЦ. Изучение морфо-биологического разнообразия сортов в группах по степени цветения, плодоношения, урожайности, срокам созревания, товарному качеству и химическому составу плодов, адаптивности к морозам, засухе и грибным болезням позволило выделить источники ценных признаков для использования их в гибридизации. На основании гибридологического анализа было выявлено 84 сорта и формы – доноров качественных признаков и 36 доноров количественных признаков персика. Большинство из них принадлежит к северокитайской эколого-географической группе (55,8%) и к европейскому экотипу северокитайской группы (48,3%). У абрикоса выявлено 8 комплексных доноров ценных хозяйственно-биологических признаков, а также доноры раннего срока созревания плодов (сорта: Самаркандский Ранний, Пасынок, Приусадебный, форма 8566); позднего срока созревания плодов (сорта Кеч-Пшар, Выносливый); высокой урожайности (сорта Память Костиной, Табу); крупноплодности (сорт Олимп).

В результате проведенной селекционной работы был создан гибридный фонд алычи, отличающийся большим разнообразием признаков и представляющий ценность для селекции. Выделено семь слаборослых гибридов, шесть с очень поздними сроками цветения, 28 зимостойких, 17 с высокими товарными и девять с высокими вкусовыми качествами плодов. На основе комплексной оценки отобраны перспективные формы из 5 гибридных семей, пригодные для дальнейшего изучения и использования в селекции, гибрид 14/11 – для дальнейшего изучения и внедрения в производство [2].

Получены данные по хозяйственно-ценным признакам генофондовых коллекций косточковых, семечковых, субтропических и ягодных культур. Подготовлены для передачи в Госсортокомиссию сорта яблони Крымское золотистое, груши Дива, земляники Саника, абрикоса Профессор Смыков.

Накоплены предварительные данные для построения онтогенетических моделей продуктивности районированных сортов и перспективных форм плодовых культур.

Хранение и переработка плодов. Отработаны технологии хранения и переработки для отечественных районированных и новых сортов плодовых культур с учетом конкретных метео- и агроусловий выращивания. Установлены для каждого помологического сорта строго определенные температурно - влажностные и газовые режимы хранения.

Изготовлены новые экспериментальные продукты переработки из плодов 30 сортов и форм персика (цукаты, компот, джем, конфитюр, дольки в сиропе,

сухофрукты), абрикоса (пюре и компот для диетического питания, джем, сухофрукты), алычи (джем, конфитюр, пюре, пастила и десерт с миндалем), хеномелеса (джем, конфитюр, купаж с инжиром в двух вариантах, цукаты, зизифус в сиропе из хеномелеса и др.), айвы (компоты, варенье, купажируемые компоты). Проведена химико-технологическая оценка свежих плодов и продуктов переработки. Самым высоким содержанием аскорбиновой кислоты характеризовались сухофрукты из плодов персика сорта Восток-3 (14,17 мг/100 г) и цукаты из плодов этого же сорта (10,24 мг /100 г). Больше других аскорбиновой кислоты, лейкоантоцианов и фенольных соединений выявлено в плодах персика “New Huly Elberta”. Наибольшее количество сухого вещества (16,75 мг/100 г), флавонолов (3,8 мг%) и титруемых кислот (0,76%) зафиксировано в плодах гибридной формы персика Кремлёвский св.оп. Высоким содержанием аскорбиновой кислотой (6,78 – 8,71мг/100 г), антоцианов (31-58 мг/100 г), флавонолов (15,3 мг/100 г) отличились плоды гибридной алычи (сорта Оленька и Десертная). Отобраны: для производства джема плоды сорта абрикоса Аузел (по крупноплодности, оценке вкуса), для сухофруктов – Ареш Санаган (высокое содержание сухих веществ, низкая кислотность и содержание проантоцианидинов). Очень высокое содержание аскорбиновой кислоты (230 мг/100 г) выявлено в плодах хеномелеса формы П8/3. Установлено, что плоды хеномелеса сохраняют значительное количество аскорбиновой кислоты после месячного хранения в обычных условиях (213 мг/100 г) и после заморозки (166 мг/100 г).

Определено, что плоды перспективных по продуктивности форм хеномелеса характеризуются очень высоким содержанием органических кислот (4,45-5,34%) и аскорбиновой кислоты (156,42-230,12 мг/100 г), средним уровнем проантоцианидинов (584-672 мг/100 г) и высоким уровнем фенольных соединений (752-925 мг/100 г), что позволяет считать их сырьем с высоким содержанием биологически-активных веществ. В продуктах с добавкой хеномелеса все химические показатели оказались выше контрольных при внесении сока плодов селекционной формы П 8/3 [4].

Выявлено наибольшее содержание сухого вещества и аскорбиновой кислоты у джема приготовленного из плодов хурмы сорта Никитская Бордовая (71,15% и 4,05 мг/100 г). Максимальное содержание фенольных соединений (375 мг/100 г) и сухого вещества (88,0%) отмечено в джеме из плодов сорта Золотистая; аскорбиновой кислоты (2,2 мг/100 г) – из плодов сорта Мечта. Определено, что уровень содержания флаваноидов и фенольных веществ в сухофруктах выше (25,5 и 1215 мг/100 г), чем в джеме (3,8 и 375 мг/100 г соответственно) из плодов сорта Золотистая. Установлено, что при производстве джема необходимо использовать нетерпкие сорта хурмы, либо применять дополнительные технологические мероприятия для устранения терпкости в продукте, так как свежие терпкие плоды передают терпкость продуктам переработки. В процессе сушки (при температуре 45 – 49°C) происходит деструкция танинов, что позволяет избавить продукцию от терпкости во вкусе. Плоды хурмы сортов Сидлес и Хачиа отобраны для приготовления цукатов; нетерпкие плоды сорта Никитская Превосходная – для приготовления джема. Из плодов хурмы сортов Тсуру-Гаки, Ройо Бриллиант, Изобильная приготовлены сухофрукты в глазури.

По комплексу биохимических показателей выделились компоты из плодов зизифуса с добавлением экстракта из иссопа и плодов фейхоа. По вкусу лучшим оказался компот с добавлением плодов фейхоа (4,7 балла). Для улучшения вкусовых свойств в компоты из плодов зизифуса были добавлены пряно-ароматические добавки [13].

Высокие органолептические оценки (4,7–5,0 баллов) получили семь видов продуктов переработки из плодов инжира. Высоким содержанием лейкоантоцианов (108 – 184 мг/100г) и фенольных соединений (113-83 мг/100г) выделяется варенье из

плодов инжира и джем из плодов инжира с добавлением хвои кедра. Высокую дегустационную оценку (4,7–5,0 баллов) получили джем из свежих плодов фейхоа и компот из плодов зизифуса с плодами фейхоа [4].

Высокие дегустационные оценки (4,6–4,7 баллов) получили десерты из плодов алычи сортов Десертная и Жанетта с добавлением миндаля сортов Десертный, Приморский, Никитский 2240 и выделен перспективный образец маслины № 3 высоким содержанием сухих веществ (45,35%) и высокой масличностью (10,53%).

Проведено исследование фенольных соединений в водно-этанольных экстрактах из околоплодников миндаля методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. Содержание фенольных соединений колеблется от 948 ($F_{1-17/08/17}$) до 2212 (Нютино № 2 16.08) мг/100 г на сырой вес. Отмечено, увеличение значений содержания суммы фенольных соединений по мере созревания плодов у миндаля. Не выявлено значительных различий содержания суммы фенольных соединений у сладкосемянных и горькосемянных форм миндаля. Содержание флаванолов в представленных образцах колеблется от 13,8 ($F_{1-17.08.17}$) до 95,5 (Нютино № 2 16.08) мг/100 г на сырой вес. Горькосемянные формы по содержанию флаванолов уступают сладкосемянным формам [6].

Разработаны проекты технических условий на «Конфитюр из плодов алычи», который представляет собой фруктовые консервы, изготовленные из свежих, охлажденных, быстрозамороженных фруктов или их смеси и на «Сушеные фрукты» хурмы и зизифуса, которые представляют собой продукты переработки фруктов, целые, нарезанные или порошкообразные, изготовленные из свежих плодов, подготовленных в соответствии с установленной технологией.

Создание садов, удовлетворяющих современным требованиям интенсивного садоводства. Впервые разработаны типы садов с высокой потенциальной продуктивностью (в том числе малообъемные самоопорные). Ведется изучение разных типов насаждений на слаборослых подвоях ЕМ-IX и ММ-106 со вставкой ЕМ-IX (год посадки сада – 2000, плотность размещения деревьев на 1 га от 1633 до 4762 шт.). Сорта Голден Делишес, Киммерия, Джонаголд, Крымское. Разрабатываются эффективные системы формирования малообъемных крон в насаждениях черешни на подвое ВСЛ-2 с сортами Крупноплодная, Любава, Аннушка и персика на подвое миндаль сорта Редхавен. Разработаны энергосберегающие технологии высокопродуктивных насаждений плодовых культур на вегетативно-размножаемых подвоях в условиях предгорного Крыма [5].

В Крыму созданы новые и выделены перспективные клоновые подвои для яблони и груши, а также ведется подбор подвоев для черешни и персика, превосходящих по комплексу ценных свойств районированные аналоги, выращиваемые в условиях Крыма. Проведена оценка и выделены сорто-подвойные сочетания подвоев собственной селекции с сортами груши: Изюминка Крыма, Изумрудная, Мария, Мрия, Отечественная в сравнении с Бере Арданпон [9, 11].

Проводится работа по изучению сортов персика Ветеран, Редхавен на новых слаборослых клоновых подвоях для персика: миндаль (к), ВВА-1, Эврика-99.

Прогнозирование урожайности насаждений косточковых культур на основе разработанной онтогенетической модели. В результате изучения корреляционных связей установлена зависимость продуктивности растений алычи (сорта Десертная Ранняя, Обильная, Румяная Зорька), персика (“Юннат”, “Амберголд”, “Русский”, 81-194, 84-2475), нектарина (“Рубиновый 8” и “Рубиновый 9”) абрикоса (“Крымский Амур”, “Костер”, “Хурмай”, “Nagykorosi Orias” и др.), хеномелеса (формы П3/4 и П 5/5) от факторов окружающей среды. Различная реакция изучаемых сортов на воздействие факторов связана с биологическими особенностями каждого генотипа. Полученные

данные используются для прогнозирования возделывания растений в конкретных почвенно-климатических условиях. На урожайность растений абрикоса в условиях ЮБК негативное влияние в большей степени оказывает увеличение количества выпавших осадков и повышение относительной влажности воздуха в период цветения, способствующие развитию монилиоза. На формирование урожая у растений нектарина и персика значительное влияние оказывают грибные болезни (мучнистая роса и курчавость листьев), также отмечена связь со степенью закладки генеративных органов. Выделен сорт алычи (Румяная Зорька), растения которого наиболее приспособлены к условиям степной зоны и Южного берега Крыма. По сравнению с интродуцированными сортами к выращиванию на ЮБК лучше адаптированы сорта и формы селекции Никитского ботанического сада (абрикос: Крымский Амур, Костер; персик: Юннат, Русский, 81-194, 84-2475; нектарин Рубиновый 8 и Рубиновый 9). Наибольшее влияние на величину урожая хеномелеса оказывает степень закладки генеративных почек. На степень цветения обеих форм хеномелеса влияет сумма осадков в период созревания плодов, что подтверждает данные по особенностям засухоустойчивости этой культуры. Полученные результаты позволят спрогнозировать наиболее оптимальное размещение культур и сортов в конкретных условиях их возделывания.

Заключение

Благодаря развитию современных направлений оценки генофонда, подбора исходных сортов и форм для скрещивания, гибридизации, экспериментального мутагенеза, изучения селекционного материала плодовых культур было отобрано по комплексу хозяйственно ценных признаков 235 перспективных сеянцев, 113 элитных форм персика и 126 элитных форм абрикоса. Включено в Госреестр селекционных достижений, допущенных к использованию в РФ, 28 новых сортов персика и 16 новых сортов абрикоса.

Список литературы

1. Горина В.М., Корзин В.В., Месяц Н.В. Особенности водного режима генотипов абрикоса в условиях южного берега Крыма // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2017. – № 2 (64). – С. 215-217.
2. Горина В.М., Месяц Н.В. Селекция алычи в Никитском ботаническом саду // Инновационные технологии в плодоводстве, овощеводстве и декоративном садоводстве. Научно-практическая конференция, посвященная 100-летию кафедры плодоводства и овощеводства, в виде статей ученых, продолжающих исследования по основным направлениям плодоводства, овощеводства и декоративного садоводства. – Воронеж, 2015. – С. 54-65.
3. Губанова Т.Б., Корсаков П.Б. Особенности водного режима некоторых представителей семейства *Oleaceae* в связи с их морозостойкостью // Биологическое разнообразие Кавказа и Юга России. Материалы XIX Международной научной конференции с элементами научной школы молодых ученых. – 2017. – С. 169-171.
4. Дунаевская Е.В., Комар-Тёмная Л.Д., Горина В.М., Гребенникова О.А. Продукты переработки плодового сырья Никитского ботанического сада - источники биологически активных веществ // Сборник научных трудов Государственного Никитского ботанического сада. – 2017. – № 144-2. – С. 119-124.
5. К созданию промышленных садов плодовых культур в Крыму. Научно-практическое издание / Ю.В. Плугатарь, А.В. Смыков, Н.Е. Опанасенко, А.И. Сотник, Р.Д. Бабина, В.В. Танкевич, И.В. Митрофанова, Е.П. Шоферистов, В.М. Горина, Л.Д. Комар-Темная, С.Ю. Хохлов, И.Г. Чернобай, Л.А. Лукичева, О.С. Федорова,

В.Л. Баскакова, Н.А. Литченко, Е.Л. Шишкина, Т.В. Литвинова, Е.Б. Балыкина. – Симферополь: ИТ АРИАЛ, 2017. – 212 с.

6. Марчук Н.Ю., Палий А.Е., Чернобай И.Г. Изменение содержания фенольных соединений в околоплоднике миндаля // Сб. научн. трудов IV научн.-практ. конф. «Молодые ученые и фармация XXI века». – ФГБНУ ВИЛАР. – 2016. – С. 395-399

7. Палий А.Е., Гребенникова О.А., Палий И.Н. Биохимические параметры устойчивости *Olea europaea* L. к неблагоприятным условиям зимнего периода на Южном Берегу Крыма // Экспериментальная биология растений: фундаментальные и прикладные аспекты. Научная конференция и школа молодых ученых. – 2017. – С. 263.

8. Пилькевич Р.А., Комар-Тёмная Л.Д. Динамика водного режима хеномелеса в условиях летнего периода Южного бережья Крыма // Сборник научных трудов Государственного Никитского ботанического сада. – 2015. – Т. СХЛ. – С. 195-205.

9. Плугатарь Ю.В., Смыков А.В. Перспективы развития садоводства в Крыму // Сборник научных трудов Государственного Никитского ботанического сада. – 2015. – Т. 140. – С. 5-18.

10. Плугатарь Ю.В., Бабина Р.Д., Супрун И.И., Науменко Т.С., Алексеев Я.И. Оценка сортов груши, выделенных из генофондовой коллекции Никитского ботанического сада по комплексу хозяйственно ценных признаков, с помощью микросателлитных маркеров // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2018. – № 22(1). – С. 60-68. DOI 10.18699/VJ18.332

11. Сотник А.И., Танкевич В.В. Оценка адаптационного потенциала сорто-подвойных сочетаний груши (*Pyrus comminis* L.) в условиях Крыма // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2017. – № 67. – С. 245-249.

12. Супрун И.И., Смыков А.В., Токмаков С.В. SSR-фингерпринтинг и оценка генетических взаимосвязей сортов персика современной селекции Никитского ботанического сада // Садоводство и виноградарство. – 2017. – №5. – С.23-27.

13. Хохлов С.Ю., Панюшкина Е.С., Цюпка С.Ю., Мельников В.А. Переработка плодов зизифуса: современное состояние и перспективы // Труды Кубанского государственного аграрного университета. Краснодар, 2017. - Вып. 4 (67). – С. 282-285.

Статья поступила в редакцию 02.07.2019 г.

Plugatar Yu.V., Smykov A.V., Gorina V.M., Bagrikova N.A., Babina R.D., Sotnik A.I., Naumenko T.S., The development of fruit crops breeding modern trends in the Nikitsky Botanical Gardens // Bull. of the State Nikita Botan. Gard. – 2019. – № 132. – P. 29-36.

The research results on the fruit cultures breeding in the Nikitsky Botanical Gardens are given along the lines of partial plant genetics; identification of the consistent patterns in inheritance of some traits of cultural plants; definition of a genetic potential and allocation of the useful properties' sources; creation of valuable traits' donors on the mono- and polygenic basis; using the methods of a remote and intraspecific hybridization, the creation of new adaptive, high-yielding cultivars with the fruits of a high quality meeting the current requirements of intensive gardening; increase of yield, resistance to the negative environmental conditions and biogenic damaging factors, primarily fungal, bacterial and viral infections; a yield forecasting on the basis of the developed ontogenetic model, which determines the dependence of productivity on the selected characteristics of cultivars and the environmental factors in the process of a regression analysis.

Key words: fruit culture; breeding; the Nikitsky Botanical Gardens

УДК 634.21:574:551.5(471.63)
DOI: 10.25684/NBG.boolt.132.2019.04

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ПЛОДОНОШЕНИЯ ПЛОДОВЫХ КУЛЬТУР НА ЮГЕ РОССИИ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА (НА ПРИМЕРЕ АБРИКОСА В КРАСНОДАРСКОМ КРАЕ)*

Ирина Александровна Драгавцева¹, Игорь Юрьевич Савин²,
Анна Васильевна Клюкина³

¹ ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия», 350072, Краснодарский край, г. Краснодар, ул. 40-летия Победы, 39

E-mail: I_d@list.ru

² ФГБНУ «Почвенный Институт им. В.В. Докучаева», 119017, г. Москва, Пыжевский пер., 7с2

E-mail: savigory@gmail.com

³ ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет», 350040, Краснодарский край, г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149

E-mail: anna.klyukina.95@list.ru

Работа посвящена изучению компромисса между адаптивными свойствами плодовых культур и условиями их выращивания (на примере абрикоса сорта Краснощекий) по географическим точкам Краснодарского края за длительный период лет (1944-2018гг.). Определены температурные критерии морозостойкости цветковых почек в зимне-весенний период по фазам развития. Создана исследовательская база по изучению требований абрикоса к температурным условиям, осуществлен прогноз регулярности его плодоношения в зависимости от вновь возникших при изменении климата температурных стрессов зимне-весеннего периода. Дана оценка реакции сорта на новые условия среды во времени и пространстве в табличной и графической форме. Установлены районы Краснодарского края разной степени благоприятности для стабильного плодоношения абрикоса в условиях изменения климата.

Ключевые слова: плодовые; абрикос; экологические ресурсы; температура; изменение климата; Краснодарский край

Введение

Урожайность многолетних плодовых культур и их сортов – результат компромисса между адаптивными свойствами генотипов и условиями их выращивания. Процесс эволюции [3] – система, куда входят существенные переменные величины, присущие объектам живой природы в каждой фазе их развития и условия их выращивания в эти же фазы онтогенеза.

Количественные признаки растений (в том числе плодовых культур) имеют сложные генетические системы. Их биологические характеристики наиболее важные для плодоношения – зимостойкость и морозоустойчивость, состоят из совокупности многих разных компонентных количественных признаков, которые, в свою очередь, детерминируются разными полигенными системами [4]. Для них характерна многовариантность реализации, то есть при смене лимитов среды возникают дискомфортные условия, к которым различные культуры и сорта приспособляются путем вывода на признак разных продуктов генетических систем, обеспечивающих их адаптацию. Причем, даже у сортов одной культуры уровень защитно-приспособительных реакций различен. Он связан с ее генетическими свойствами, формирующимися в процессе эволюционного развития.

*Публикуется в рамках гранта №19-44-230023 р-а и госзадания № 0689-2019-004

У абрикоса этот период наиболее длителен по сравнению с другими плодовыми культурами. Первые упоминания о нем были в третьем тысячелетии до н.э. в Китае [2].

В Средней Азии абрикос появился во второй половине первого тысячелетия до н.э. [1]. В Южную Европу он был завезен римлянами 2000 лет назад.

На протяжении столь длительного эволюционного развития сложились устойчивые биологические требования к условиям его выращивания. Он требует продолжительной зимы без резких температурных колебаний, дружной весны без возвратных заморозков, теплого солнечного лета. В связи с этим, в промышленных садах России он распространен недостаточно, даже на юге России. Например, в Краснодарском крае имеется всего около 300 га промышленных насаждений этой ценнейшей культуры.

Установлено [5-8,10-12], что продуктивность растений зависит от условий существования и обеспечивается не только составляющими ее компонентами, но и их аддитивными вкладами в урожайность (эффектами взаимодействия), детерминирующих до 80 % урожайности генотипов.

В последние годы имеет место тенденция изменения температурного режима, вызывающая нарушения синхронизации ритма вегетации конкретных культур с изменившимися климатическими ритмами. Необходимы знания по обеспечению требований плодовых культур к вновь возникшим условиям прохождения фаз онтогенеза в разных географических районах.

Целью исследований явилось определение критериев лимитирующих факторов регулярности плодоношения плодовых культур на примере сорта абрикоса Краснощекий в условиях Краснодарского края в зимне-весенний период.

Объекты и методы исследования

Объект – культура абрикоса, сорт Краснощекий. Методики – «Программа и методика изучения плодовых и орехоплодных культур» (Орел, 1999 г.) [9]; «Экологические ресурсы продуктивности абрикоса на юге России» (Краснодар, 1999 г.) [8].

Результаты и обсуждение

Определены температурные критерии морозостойкости цветковых почек абрикоса (на примере сорта Краснощекий – районированный, средней морозостойкости) в зимне-весенний период по фазам органического (январь), вынужденного покоя (февраль) и набухания цветковых почек (март) (рис. 1).

В основе работы лежат результаты анализа материалов ОПХ «Центральное», Федерального государственного бюджетного научного учреждения Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства и виноделия (ФГБНУСКФНЦСВВ) за период 1985-2018 гг., а также Усть-Лабинского, Белоглинского и Челбасского госсортоучастков за период 1980-2000гг. (рис. 1).

Многолетний анализ температурных данных (1944-2018 гг.) проведен по метеостанциям края: Краснодар, высота над уровнем моря – $h=29$; Славянск-на-Кубани – Прикубанская зона, $h=7$ м; Горячий ключ, $h=58$ м; Майкоп – Предгорная зона, $h=228$ м; Степная зона – Тихорецк, $h=81$ м.

При построении графиков хода абсолютного минимума температур условно определены следующие варианты зимних периодов:

1. Годы, в которые гибель почек не превышала 85 %, что обеспечивает получение удовлетворительного урожая. Таких лет было много. На графике показаны пределы колебаний абсолютного минимума температур в эти, в общем, благоприятные годы (заштрихованная полоса).

2. Годы со значительными зимними абсолютными минимумами:

- а). Без оттепелей, с ровным ходом температуры.
 б). С наличием оттепелей и последующим понижением температуры.



Рис. 1 Гибель цветковых почек абрикоса в зависимости от температуры, сорт Краснощекий (Краснодарский край)

На рисунке 1, где ход температуры в эти годы показан сплошными черными линиями, четко видно, что в годы с гибелью почек, равной 100 %, зимний минимум температур был ниже $-22\text{ }^{\circ}\text{C}$. Абсолютный минимум температуры между $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $-22\text{ }^{\circ}\text{C}$ может иметь разные следствия: гибель почек будет определяться процессами закалывания, особенно их нарушениями.

Таблица 1 показывает количество лет с урожаем и без него при разных вариантах проявления температурных лимитов.

Таблица 1

Плодоношение абрикоса в зависимости от условий зимне-весеннего периода (г. Краснодар, 1935-2018 гг.)

Температура	Количество лет		
	с неблагоприятными условиями	без урожая	с урожаем
Январь, февраль ниже $-22\text{ }^{\circ}\text{C}$	25	25	0
Январь, февраль выше $-22\text{ }^{\circ}\text{C}$, март ниже $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$	30	0	30
Январь, февраль выше $-22\text{ }^{\circ}\text{C}$, март выше $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$	32	15	17

Таким образом, была определена критическая температура для генеративных почек абрикоса сорта Краснощекий по фазам его развития в зависимости от условий зимне-весеннего периода в условиях Краснодарского края. Если уточнить зависимость синусоидальной кривой, уравнение будет выглядеть так: $y = 50 + 50x \sin(-2.69 - 0.16)$ при $r = -0.96$. Его отклик на эти меняющиеся условия, которые позволяют дать оценку экологических ресурсов плодоношения абрикоса в различных условиях зимне-весеннего периода во времени и пространстве (таблицы 2-7).

В фазе органического и вынужденного покоя проявление абсолютных минимумов ниже -22°C в Прикубанской зоне Краснодарского края показано в таблице 2.

Таблица 2

Частота и вероятность проявления (%) абсолютного минимума ниже -22°C , вызывающего гибель цветковых почек абрикоса в фазе органического и вынужденного покоя в Прикубанской зоне Краснодарского края

Метеостанция Краснодар							
Годы							
Органический покой							
1944-1953	1954-1963	1964-1973	1974-1983	1984-1993	1994-2003	2004-2013	2014-2018
3	3	3	2	2	0	1	0
Всего: 9 - 30%			Всего: 4 - 7%			Всего: 1 - 3,3%	
Вынужденный покой							
4	3	0	0	1	1	0	0
Всего: 7 - 23,3 %			Всего: 2 - 6,6 %			Всего: 0 - 0 %	

Более жесткие условия по частоте проявления абсолютных минимумов ниже -22°C с 1944 по 1993г. оказались в Прикубанской зоне, в г. Краснодаре.

В фазе набухания цветковых почек губительная для урожая вероятность стресса наблюдалась в Краснодаре почти в 3 раза чаще, чем в Славянске-на-Кубани в период 1974-1994гг (таблица 3).

Таблица 3

Частота и вероятность проявления (%) абсолютного минимума выше -22°C , ниже -10°C , вызывающего гибель цветковых почек абрикоса в фазе их набухания в Прикубанской зоне Краснодарского края

Метеостанция Краснодар							
Годы							
1944-1953	1954-1963	1964-1973	1974-1983	1984-1993	1994-2003	2004-2013	2014-2018
2	3	2	3	2	0	0	0
Всего: 7 - 23,3%			Всего: 5 - 16,6%			Всего: 0 - 0%	

По-другому складываются условия в Предгорной зоне края (г. Горячий ключ, Майкоп, таблица 4).

Таблица 4

Частота и вероятность проявления (%) абсолютного минимума ниже -22°C , вызывающего гибель цветковых почек абрикоса в фазе органического и вынужденного покоя в Предгорной зоне Краснодарского края

Метеостанция Горячий Ключ							
Годы							
Органический покой							
1944-1953	1954-1963	1964-1973	1974-1983	1984-1993	1994-2003	2004-2013	2014-2018
2	2	1	0	0	1	1	0
Всего: 5 - 16,6%			Всего: 1 - 3,3%			Всего: 1 - 3,3%	
Вынужденный покой							
3	1	2	0	2	0	1	0
Всего: 6 - 20%			Всего: 2 - 6,6 %			Всего: 1 - 3,3%	

Наиболее опасным периодом для получения урожая абрикоса был период 1944-1963гг. (фазы органического и вынужденного покоя).

Температурные условия метеостанции Горячий ключ (Предгорная зона) в фазах органического и вынужденного покоя в период 1944-1973гг. были более жесткими, чем в периоды 1974-2018гг. В фазе вынужденного покоя и набухания цветковых почек (таблица 5) в период 1944-1973гг. условия для выживания цветковых почек становятся более жесткими.

Таблица 5

Частота и вероятность проявления (%) абсолютного минимума выше - 22°C, ниже - 10°C, вызывающего гибель цветковых почек абрикоса в фазе их набухания в Предгорной зоне Краснодарского края

Метеостанция Горячий ключ							
Годы							
1944-1953	1954-1963	1964-1973	1974-1983	1984-1993	1994-2003	2004-2013	2014-2018
2	2	3	3	0	0	1	0
Всего: 7 – 23,3%			Всего: 3 – 10%			Всего: 1 – 3,3%	

Аналогичная картина наблюдается в восточных предгорьях Краснодарского края (метеостанция Майкоп).

В степной зоне Краснодарского края (г. Тихорецк) в период 1944-1973гг. условия в фазе органического покоя были более жесткие, чем в периоды 1974-2018гг. В фазе вынужденного покоя вероятность гибели цветковых почек увеличилась в период 1974-2003гг. (таблица 6).

Таблица 6

Частота и вероятность проявления (%) абсолютного минимума ниже - 22°C, вызывающего гибель цветковых почек абрикоса в фазе органического и вынужденного покоя в Степной зоне Краснодарского края

Метеостанция Тихорецк							
Годы							
Органический покой							
1944-1953	1954-1963	1964-1973	1974-1983	1984-1993	1994-2003	2004-2013	2014-2018
4	1	2	0	1	1	1	0
Всего: 7 – 23,3%			Всего: 2 – 6,8%			Всего: 1 – 3,3%	
Вынужденный покой							
1	2	3	1	2	1	0	0
Всего: 6 – 20 %			Всего: 4 – 13,3 %			Всего: 0 – 0%	

В фазе набухания условия перезимовки цветковых почек были сложными в период 1944-1973гг. Значительное ухудшение условий имело место в период 1944-2003г. С 2004г. по 2018г. условия для выращивания абрикоса в Степной зоне стали более благоприятными (таблица 7).

Таблица 7

Частота и вероятность проявления (%) абсолютного минимума выше - 22°C, и ниже -10°C, вызывающего гибель цветковых почек абрикоса в фазе их набухания в Степной зоне Краснодарского края

Метеостанция Тихорецк							
Годы							
1944-1953	1954-1963	1964-1973	1974-1983	1984-1993	1994-2003	2004-2013	2014-2018
3	4	3	5	2	0	0	0
Всего: 10 – 33,3%			Всего: 7 – 23,3 %			Всего: 0 – 0%	

На рисунке 2 представлены результаты реакции абрикоса на температурные стрессы зимне-весеннего периода в графической форме.

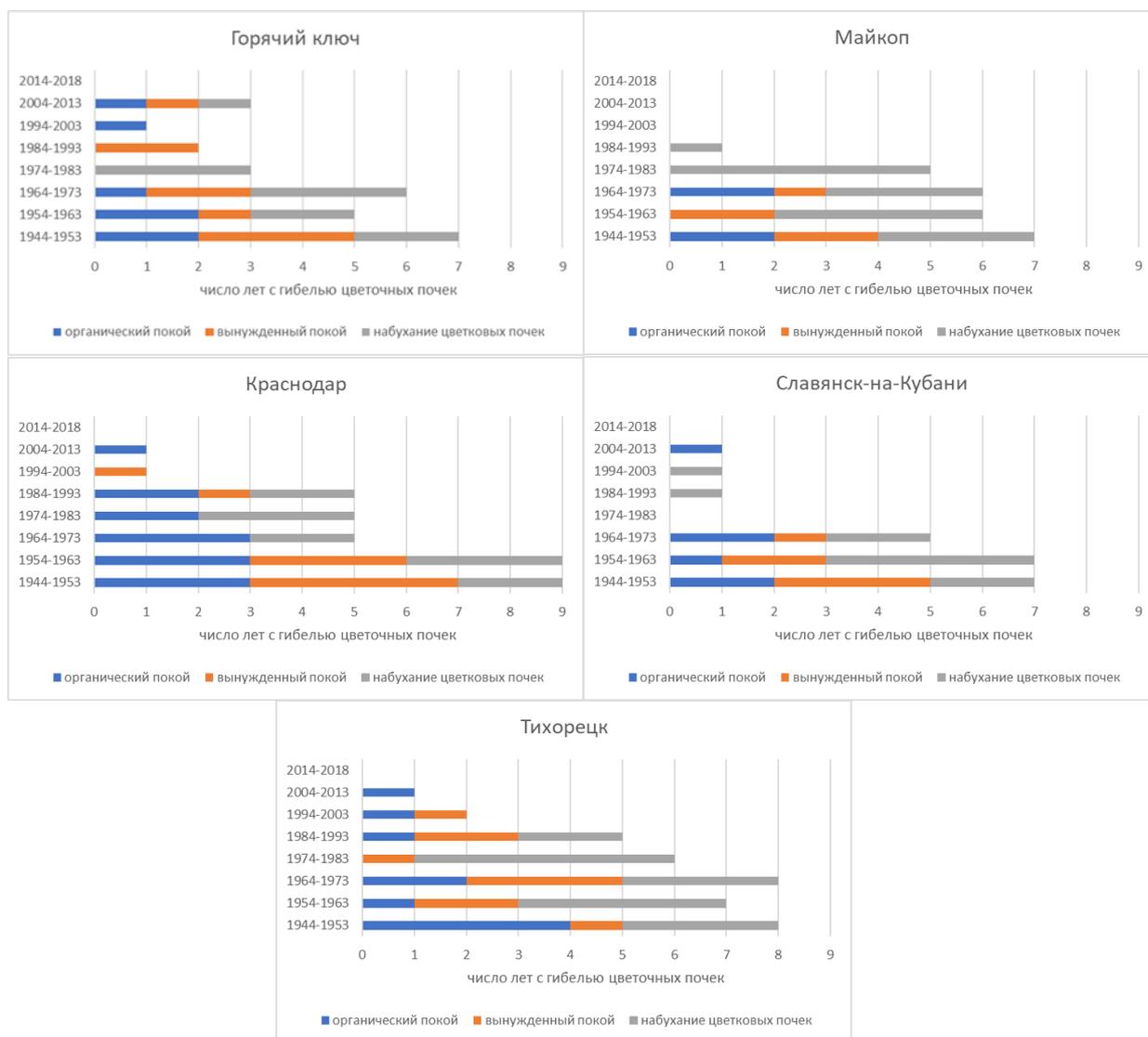


Рис. 2 Число лет с гибелью цветочных почек за разные периоды

Из рисунка следует, что для всех проанализированных метеостанций метеорологические условия в целом стали более благоприятными для абрикоса. В наибольшей степени это проявилось для станции Майкоп, где уже с 1994 года не наблюдается гибель его цветочных почек. Также в достаточной степени метеоусловия стали более благоприятными для абрикоса в Славянске-на-Кубани, где начиная с 1974 года гибель цветочных почек отмечается в лучшем случае раз в 10 лет. В Горячем ключе метеоусловия также стали более благоприятными по сравнению с данными до 1973 года, когда в более чем половине лет из 10 наблюдалась гибель цветочных почек. В последние десятилетия величина подобных лет сократилась до 1-3 лет из 10. В Тихорецке и Краснодаре наблюдается понижение количества неблагоприятных лет, но оно происходит более плавно. Следует отметить, что за последние анализируемые годы гибели цветочных почек не отмечается ни на одной из проанализированных метеостанций.

Выводы

1. Установлены пределы воздействия температурных условий зимне-весеннего периода, обеспечивающих экологическую безопасность возделывания абрикоса (на примере сорта Краснощекий) на юге России (Краснодарский край):

– при температуре ниже -25°C во всех фазах развития наблюдается гибель цветковых почек абрикоса;

– при температуре ниже -22°C происходит гибель цветковых почек в фазе вынужденного покоя при условии предшествующих потеплений;

– температуры в фазах органического и вынужденного покоя выше -22°C , в марте ниже -10°C приводят к гибели цветковых почек абрикоса.

2. Установлено, что изменение климата идет неравномерно по разным географическим районам Краснодарского края.

3. Метеорологические условия для выращивания абрикоса из всех анализируемых метеостанций стали наиболее благоприятными в районе г. Майкоп (Предгорная зона), в Славянске-на-Кубани (Прикубанская зона).

По другим анализируемым метеостанциям за последние годы гибели цветковых почек абрикоса не отмечено.

4. Полученные результаты могут быть использованы при создании инновационных технологий по связи генотипа и среды и рациональном размещении плодовых культур в условиях изменения климата.

Список литературы

1. *Авдеев В.И.* Абрикосы Евразии: эволюция, генофонд, интродукция, селекция. – Оренбург, 2012. – 408 с.

2. Биоклиматический потенциал России: методы мониторинга в условиях изменяющегося климата / Под. ред. А.В. Гордеева. – Спб., 2007. – 236 с.

3. *Дарвин Ч.* Собрание сочинений. Т. 3. – М.: Изд-во полит. лит-ры. – М., 1989.

4. *Драгавцев В.А., Драгавцева И.А., Ефимова И.Л., Кузнецова А.П., Моренец А.С.* К экспериментальному подтверждению новой гипотезы об эколого-генетической природе феномена «взаимодействие генотип-среда» // Сельскохозяйственная биология. – 2018. – № 53, № 1. – С. 151–156.

5. *Драгавцев В.А., Драгавцева И.А., Лопатина Л.М.* Управление продуктивностью сельскохозяйственных культур на основе закономерностей их генетических и фенотипических изменений при смене лимитов внешней среды. – Краснодар, 2013. – 211 с.

6. *Драгавцев В.А., Драгавцева И.А., Можар Н.В., Моренец А.С.* К расшифровке механизма «взаимодействия генотип-среда» в условиях изменения климата для плодовых культур на юге России // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – Краснодар, 2018. – № 72. – С. 142–148.

7. *Драгавцева И.А., Моренец А.С., Драгавцев В.А.* Современное состояние исследований явления «взаимодействие генотип-среда» в условиях изменяющегося климата (на примере культуры абрикоса) // Научные труды СКФНЦСВВ. – Краснодар, 2018. – Т. 14. – С. 135–142.

8. *Драгавцева И.А.* Экологические ресурсы продуктивности абрикоса на юге России. – Краснодар, 1999. – 94 с.

9. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. – Орел, 1999. – 608 с.

10. *Mather K.* The genetical theory of continuous variation // Hereditas Suppl. – 1949. – V. – 243 p.

11. Mendelsohn R., Dinar A., Sanghi A. The effect of development on the climate sensitivity of agriculture // Environment and Development Economics. – 2001. – Vol. 6, № 1. – P. 85–101.
12. Shannin C.E. A Mathematical Theory of Communication // Technical Journal. – July-October. 1948. – Vol. 27. – P. 379–423, 623–656.

Статья поступила в редакцию 13.06.2019 г.

Dragavtseva I.A., Savin I. Yu., Klyukina A.V. Estimation of environmental resources of fruit trees' bearing in the South of Russia in the conditions of a climate change (exemplified by apricot in Krasnodar Territory) // Bull. of the State Nikita Botan. Gard. – 2019. – № 132. – P. 37-44.

The work is devoted to the study of compromise between the adaptive properties of fruit crops and the conditions of their cultivation (exemplified by Red-cheeked apricot) at geographical points of Krasnodar Territory during a long period of years (1944-2018). The temperature criteria for a frost resistance of flower buds in winter-spring period were determined according to the phases of development. The research base has been created to study the requirements of apricot as to temperature conditions, has been predicted the regularity of its fruiting, depending upon the reappeared with climate change temperature stresses in winter-spring period. The assessment of a variety response to the new environmental conditions in time and space in tabular and graphical forms is given. The areas of Krasnodar Territory of varying degrees of favorableness for the stable apricot fruiting in the conditions of a climate change were elucidated.

Key words: *fruit; apricot; environmental resources; temperature; climate change; Krasnodar Territory*

УДК 634.22:631.527(470.6)

DOI: 10.25684/NBG.boolt.132.2019.05

СЕЛЕКЦИЯ СЛИВЫ ДОМАШНЕЙ НА ЮГЕ РОССИИ

Геннадий Викторович Еремин

Крымская опытно-селекционная станция – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова»
353384, Краснодарский край, г. Крымск, ул. Вавилова, 12
E-mail: kross67@mail.ru

В результате селекционной работы на Крымской ОСС филиале ВИР выведены сорта сливы домашней, характеризующиеся высокими товарными, вкусовыми, консервными и сухофруктовыми качествами плодов в сочетании с урожайностью и устойчивостью к неблагоприятным условиям среды. В их числе ранний крупноплодный сорт Кубанская Ранняя, высококачественные сорта Кубанская Легенда, Голубая Мечта, Большой Приз, Баллада, Наследница, зимостойкие, высококачественные сухофруктовые сорта Беглянка, Кубанский Карлик, Венгерка Новая и ряд других. Выделены ценные для использования в селекции сорта с высокой комбинационной способностью: Кабардинская Ранняя, Стенлей, Сочинская Юбилейная, Венгерка Новая. Получены межвидовые тетраплоидные гибриды сливы домашней и терна, представляющие ценность для создания более совершенных сортов сливы и других косточковых культур.

Ключевые слова: *слива домашняя; сорт; гибрид; селекция; качество плодов*

Введение

Юг России – наиболее благоприятный район для возделывания сливы домашней – ведущей косточковой культуры в нашей стране. Почвенно-климатические условия региона позволяют получить здесь высококачественные плоды признанных сортов мирового сортимента. Наиболее ценный продукт переработки плодов домашней сливы – чернослив – по своим вкусовым достоинствам не уступает лучшим в мире образцам.

Особенно высокое качество у чернослива из плодов сливы, выращенных в предгорьях Северного Кавказа.

До последнего времени основу сортимента сливы в предгорьях Кавказа составляли интродуцированные западноевропейские сорта – Анна Шпет, Ренклюд Зеленый, Венгерка Итальянская, Ранняя Синяя и ряд других, недостаточно выносливых к зимним морозам и летним засухам, характерным для юга России, что не позволило развить здесь достаточно значительное производство чернослива. Пришедшие им на смену новые селекционные и интродуцированные сорта по своим качествам не входят в число высококачественных сухофруктовых сортов или недостаточно продуктивны в условиях юга России. Все это определяет актуальность проведения данных селекционных исследований.

Целью работы явилось выведение сортов сливы домашней, сочетающих высокие качества плодов, пригодность к изготовлению сухофруктов с адаптивностью к климатическим условиям юга России.

Результаты исследований

В настоящее время работы по созданию новых сортов сливы домашней ведут ряд научных учреждений Северного Кавказа, Крыма, Южного Поволжья, а также близкие по климатическим условиям юга России районы Донбасса, юга Украины и Молдовы. В числе этих учреждений – и Крымская ОСС. Выведенные в них ценные сорта проходят испытания в России или получили допуск к использованию (табл. 1).

Таблица 1

Характеристики районированных сортов сливы домашней
селекции Крымской ОСС (2016г.)

Сорт	Срок созревания плодов	Масса плода, г	Оценка свежих плодов, балл	Оценка консервов из плодов, балл		
				сок с мякотью	компот	сухофрукты
Баллада	03.08	40	4,6	4,9	4,0	4,4
Беглянка	03.08	45	4,3	4,5	4,4	4,7
Венгерка Новая	02.08	34	4,8	4,3	4,8	4,6
Дебют	02.07	42	4,3	4,6	4,3	4,0
Кубанская Ранняя	02.07	45	4,4	4,0	4,0	4,6
Кабардинская Ранняя, st	03.07	45	4,8	3,9	4,0	4,0
Кубанский Карлик	01.08	35	4,7	4,5	4,2	4,5
Кубанская Легенда	03.08	40	4,8	4,0	4,3	4,3
Осенний Сувенир	02.09	60	4,8	4,9	4,6	4,6
Синяя Птица	02.08	45	4,3	4,3	4,5	4,0
Стенлей, st	01.09	40	4,8	4,5	4,4	4,2

Эти сорта сливы домашней вполне возможно выращивать как для употребления их плодов в свежем виде, так и для консервирования, в частности, и для изготовления высококачественного чернослива.

Работа по совершенствованию сортимента сливы домашней на Крымской ОСС перспективна, поскольку здесь сосредоточен генофонд вида *P. domestica*, насчитывающий свыше 700 генотипов и свыше 2000 генотипов других видов сливы и генетически близких к ней косточковых растений. Это позволяет в ряде селекционных программ у сливы домашней включить в них генотипы различных видов сливы –

альчи, терна, сливы китайской, сливы американской, а также абрикоса, микровишни, луизеани.

Основными направлениями в селекции сливы на юге России, в решении которых участвует Крымская ОСС, являются:

- выведение универсальных сортов с плодами раннего и позднего сроков созревания и хорошей лежкостью плодов;
- создание крупноплодных высококачественных сортов, превосходящих по устойчивости к биотическим и абиотическим стрессам современные промышленные сорта;
- выведение технологичных сортов и слаборослых клоновых подвоев, позволяющих механизировать операции по уходу за деревьями, в том числе по уборке плодов, и соответствующих требованиям современных технологий интенсивного типа.

Для реализации программ создания новых сортов домашней сливы большую ценность представляют источники и особенно доноры селекционно-значимых признаков, выделенные из генофонда рода *Prunus*, и прежде всего генотипы сливы домашней (табл. 2).

Если сорта домашней сливы – доноры селекционно-ценных признаков, включаются в селекционные программы этой культуры непосредственно в фазе скрещивания с другими ее сортами, проблемы слабой плодовитости гибридов нет, поскольку оба родителя относятся к одному виду – гексаплоидному ($2n=48$) – *P. domestica*. Но при скрещивании с другими видами и их гибридами, имеющими иную ploидность, преимущественно диплоидными или тетраплоидными, в первом гибридном поколении, как правило, гибриды с промежуточной ploидностью (пентаплоиды и триплоиды) бесплодны или слабо плодовиты.

Для получения плодовитых гибридов требуется повторная гибридизация представителей F_1 с сортами сливы домашней [1, 2, 5]. Эти гибриды F_1 можно рассматривать как комплексные доноры или «полуфабрикаты» при выведении более зимостойких или высококачественных сортов типа сливы домашней, чем лучшие современные сорта.

Важнейшими задачами в селекции сливы домашней являются создание зимостойких, крупноплодных, а также ранних и позднеспелых сортов, плоды которых пригодны для длительного хранения. Зимостойкость сливы на юге России в значительной степени связана с длительными периодами зимнего покоя, позволяющая сохранять цветковые почки в конце южной зимы от возвратных морозов после длительных оттепелей. В генофонде сливы домашней выделены генотипы с таким свойством, в частности, Венгерка Домашняя и особенно местный сорт Горкуша №1.

С участием последнего выведен новый крупноплодный сорт Беглянка с хорошим качеством плодов, оказавшийся наиболее зимостойким во все последние зимы среди возделываемых не только в Крымске, но и в Ростовской области [4].

Все созданные на Крымской ОСС сорта характеризуются в условиях юга России высокой зимостойкостью – на уровне и выше наиболее зимостойкого стандартного сорта Стенлей. Выделяются по этому показателю сорта Кубанская Легенда, Венгерка Новая, Синяя Птица, Кубанская Ранняя, Кубанский Карлик. Последний оказался достаточно зимостойкими даже под Москвой [7], а сорта Кубанская Легенда, Венгерка Новая и Синяя птица – в Ростовской области.

Таблица 2

Донорские и сопутствующие положительные признаки сортообразцов-доноров сливы домашней

Сорт	Слива домашняя													
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
	Высокая зимостойкость	Засухо-устойчивость	Устойчивость к болезням	Позднее цветение	Раннее созревание плодов	Позднее созревание плодов	Крупноплодность	Плотная консистенция мякоти	Высокие вкусовые качества плодов	Высокие консервные и сухофруктовые качества плодов	Интенсивная окраска кожицы и мякоти плодов	Самплодность	Стабильность и компактность кроны	
1														
Анна Шпет						+			+			+		
Альвена							Д		+	+				
Баллада			+				+		Д	+		+		
Великий Герцог														
Венгерка Ажанская									+	Д				
Венгерка Вангенгейма	Д	+						+				+		
Венгерка Домашняя				+				+			+	+		
Венгерка Итальянская				+				+			+	+		
Горкуша №1	Д	+	+									+		
Исполинская							Д							
Кабардинская Ранняя							Д		+			+		
Кубанская Лесенда	+		+						+	Д				
Кубанская Ранняя	+					Д			+					
Нектар			+						+	+				
Онтарио														
Ранняя Синяя					+									
Ренклод Алтана		+			+		Д		+					
Ренклод Зеленый		+								+				
Ренклод Улленса		+									+			
Сентябрьская			+			Д		+			+			
Сопорница									Д	+		+		
Сочинская Юбилейная									+	Д				

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Тулсу Грас						+			+	Д	+		
<i>Терн и его гибриды</i>													
АМПРОТ	Д							+			+		+
АТАП	Д							+			+		
Терн Абрикосовый	+		+										+
Терн Альчовый	+	+											+
Терн Душистый 10-17													+
Терн Крымск 6	Д		+	+				+					+
Терн Крымск 19	П												+
Терн Лусахпур №1	П			П									
Терн Раевский 61	П												+
<i>Дарвазская слива</i>													
Дарвазская Шаровидная		П											Д

Примечание:

Д* - донорские признаки

+** - содействующие признаки

П*** - положительные признаки

Среди ранних сортов сливы домашней, отселектированных на Крымской ОСС, самым ранним, крупноплодным и высококачественным является сорт Кубанская Ранняя. В дополнение к ней выведены в последнее время сорта Дебют и Лидер, близкие по срокам созревания и качеству плодов к Кубанской Ранней, но превосходящих ее по урожайности. Сорт Дебют интересен как имеющий компактную крону и плоды, пригодные для изготовления высококачественного чернослива.

Крупноплодные и высококачественные сорта – Наследница, Сладстена, Осенний Сувенир созревают вслед за сортом Стенлей. В настоящее время решается задача получения более поздних и лежких сортов. В качестве исходного материала привлекаются выделенные из генофонда сорта Удлиненная, Краса Осени, Тернослива Донецкая и ряд других. Для этой же цели используются позднеспелые формы терна, плоды которого стабильно хранятся до трех и более месяцев. Вполне возможно, что эту проблему также целесообразно решить созданием сортов на тетраплоидном уровне с подключением диплоидных генотипов китайских слив: Анжелина, Блэк Голд, Констанца и ряд других.

Несмотря на то, что в настоящее время в нашей стране четко просматривается недооценка важности производства отечественного высококачественного чернослива, хотя все объективные факторы для этого имеются, проблема создания высококачественных, адаптивных сухофруктовых сортов заслуживает своего решения в сочетании с разработкой других направлений в селекции сливы домашней, именно на Крымской ОСС, где почвенно-климатические условия в наилучшей степени соответствуют этой работе. Это тем более важно, что лучшие сухофруктовые сорта хороши и для употребления в свежем виде, и для изготовления наиболее ценных видов консервов – замороженных и сублимированных плодов, соков с мякотью, компотов, маринадов.

На Крымской ОСС в настоящее время создана серия высококачественных сухофруктовых сортов разного срока созревания, позволяющие перерабатывать плоды этих сортов в течение двух месяцев от начала июля до середины сентября (рис. 1).

Сорт	01.07	10.07	20.07	01.08	10.08	20.08	01.09	10.09	20.09
Кубанская Ранняя		■	■						
Лидер			■	■					
Дебют			■	■					
Кабардинская Ранняя, к				■	■				
Кубанский Карлик					■	■	■		
Кубанская Юбилейная					■	■	■		
Венгерка Новая						■	■		
Синяя Птица							■	■	
Престиж								■	■
Беглянка								■	■
Большой Приз									■
Баллада									■
Стенлей, к									■
Наследница									■
Осенний Сувенир									■

Рис. 1 Сроки созревания плодов сортов сливы домашней селекции Крымской ОСС

Особенно высокими товарными и вкусовыми качествами характеризуются новые более крупноплодные сухофруктовые сорта сливы домашней: Голубая Мечта, Баллада, Наследница, Кубанская Юбилейная, Престиж, не уступающие по качеству лучшим сухофруктовым сортам: Сочинская Юбилейная, Кубанская Легенда, Венгерка Итальянская, но более адаптированные к условиям юга России и превышающие их по размерам плодов.

Важное значение в последнее время приобрела проблема создания сортов сливы домашней для использования их в современных технологиях интенсивного типа. Различные технологии возделывания предъявляют особые требования к сортам сливы интенсивного типа. Для мало затратных технологий нужны сорта, обладающие не загущающейся кроной с темноокрашенной кожей плодов, плотной мякотью, а также легким отрывом плодов от плодоножки.

Сорта для технологии интенсивного типа должны иметь невысокий рост, компактную крону, крупные плоды с плотной мякотью. В настоящее время в сортименте сливы в России имеются формы, которые приближаются по своим показателям к лучшим сортам по этим признакам, но таковых немного. Предстоит вывести также генотипы, превосходящие существующие по комплексу признаков и, прежде всего, по адаптации к стрессорам.

Для технологии, предусматривающей машинный сбор плодов, из существующего сортимента наиболее пригодны сорта Стенлей, Осенний Сувенир, Кубанская Легенда, Венгерка Новая, Кубанская Юбилейная, Беглянка, Большой Приз, Голубая Мечта, Баллада. В садах интенсивного типа при загущенных конструкциях насаждений с использованием слаборослых подвоев хорошо плодоносят, приближаясь по продуктивности к ведущим стандартным (Неберджаевская Ранняя и Стенлей), сорта Дебют, Большой Приз, Кубанская Легенда, Престиж. С технологичной компактной кроной при средней силе роста для этих технологий особенно подходят сорта Дебют, Престиж, Голубая Мечта.

В работе на Крымской ОСС по селекции сливы домашней отлично зарекомендовал себя метод межэкологической (отдаленной географической) гибридизации. Наилучшие результаты получены при гибридизации с использованием местных и наиболее адаптивных сортов зарубежной селекции.

Наиболее эффективным оказалось использование повторной гибридизации новых сортов отечественной селекции, которые хорошо передают свою адаптивность к местным условиям, но их качество выше местных форм. Это приводит к тому, что и их потомство уже не уступает по рассматриваемому показателю лучшим интродуцированным сортам. Данный сорт делает необходимым изучение родословных сортов, используемых в гибридизации, отдавая предпочтение тем, у которых среди предковых форм имелись выдающиеся по своим качествам сорта (рис. 2).

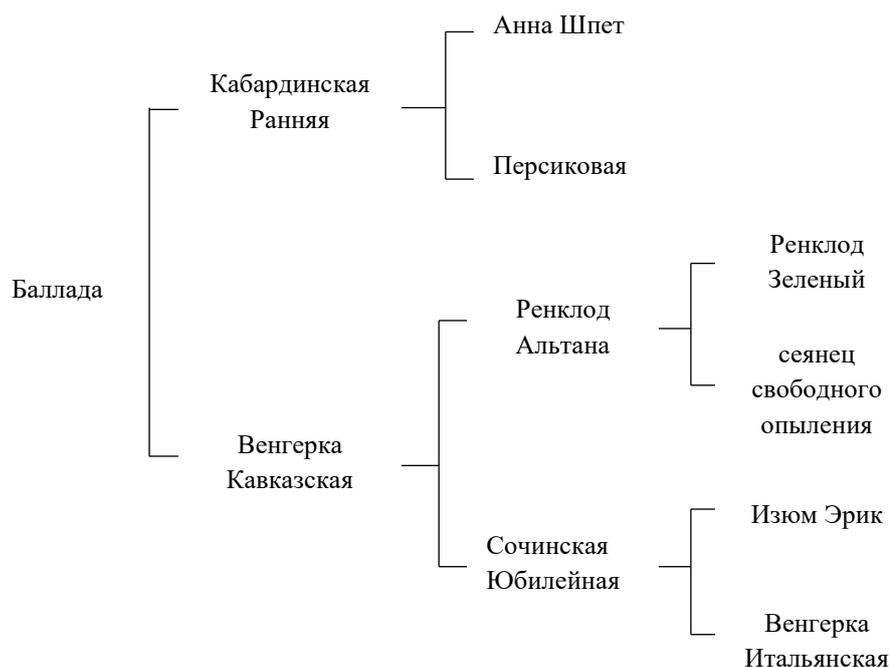


Рис. 2 Родословная сорта сливы домашней Баллада

В стратегических целях заманчивым представляется синтез генотипов, сочетающих ценные признаки сливы домашней с признаками, полученными от таких дикорастущих видов как терн, слива дарвазская, микровишня низкая, простертая, седая или генотипов с высокими качествами плодов, как абрикос, персик сорта китайской и китайско-американской сливы. Можно полагать, что наиболее перспективным путем для достижения этой цели может быть выведение таких сортов на тетраплоидном уровне. В этой работе весьма перспективно использовать уже имеющиеся в ряде научных учреждений России плодовые тетраплоидные межвидовые гибриды. В частности, на Крымской ОСС получена серия фертильных тетраплоидных гибридов, в основном от свободного опыления терна с диплоидными сортами сливы и ее сесквидиплоидными межвидовыми гибридами, в том числе и гибриды терна с индуцированными тетраплоидами диплоидных видов и их межвидовых гибридов (табл. 3).

Таблица 3

Донорские признаки тетраплоидных видов и межвидовых гибридов сливы

Гибрид	Видовая принадлежность	Масса плода, г	Плодовитость	Фертильность пыльцы, %
1	2	3	4	5
АМПРОТ	<i>(P. cerasifera Ehrh. × P. prostrata Labil.) × P. spinosa L.</i>	3,2	5	97,2
АТАП	<i>(P. cerasifera Ehrh., 4x × P. spinosa L.) × (P. cerasifera Ehrh. × P. prostrata Labil.), 4x</i>	12,2	3	89,1
Терн Абрикосовый	<i>P. dasycarpa Ehrh. × P. spinosa L.</i>	12,0	4	53,1
Терн Алычовый	<i>P. spinosa L. × P. cerasifera Ehrh., 4x</i>	8,0	5	83,7
Терн Вишневый	<i>(P. pumila L. × P. salicina Lindl.) × Терн</i>	6,0	5	78,6
Терн Душистый 10-17	<i>(P. americana Marshall × P. salicina Lindl.) × Терн</i>	8,0	4	56,2

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5
Терн Душистый 16-9	(<i>P. americana</i> × <i>P. salicina</i> Lindl.) × Терн	9,0	4	73,8
Терн Душистый 83	(<i>P. americana</i> Marshall × <i>P. salicina</i> Lindl.) × Терн	7,0	4	67,3
Терн Крымск 6	<i>P. spinosa</i> L.	2,5	5	86,8
Терн Крымск 26	<i>P. spinosa</i> L.	3,1	5	97,6
Терн Раевский 61	<i>P. spinosa</i> L.	2,5	5	86,4
Терн Лусахпур №1	<i>P. spinosa</i> L.	4,8	5	94,4

Все они более крупноплодные, чем лучшие формы терна и не имеют терпкого вкуса, как терн. Как показали первые результаты использования данных гибридов для получения F₂ они достаточно константны и хорошо передают признаки адаптивности, свойственные терну. Эти тетраплоиды представляют перспективы для получения ценных тетраплоидных сортов в более северных зонах плодоводства. Некоторые из них, в частности АТАП, в настоящее время испытывается в качестве клонового подвоя для сливы и других косточковых культур.

Из числа изученных сортов высокой общей комбинационной способностью выделились сорта Ренклюд Альтана и Анна Шпет, а в процессе селекционной работы также Венгерка Итальянская, Венгерка Ажанская, Стенлей. Особенно ценны для использования в гибридизации новые сорта с богатой наследственностью: Кабардинская Ранняя, Сентябрьская, Сочинская Юбилейная, Венгерка Вангенгейма, Венгерка Кавказская, а из местных сортов Венгерка Домашняя, Изюм Эрик и Горкуша №1.

Выводы

В результате селекционной работы с домашней сливой на Крымской ОСС сортимент этой культуры обогатился высококачественными адаптивными сортами. В их числе зимостойкие сорта Беглянка, Кубанский Карлик, Кубанская Легенда, Венгерка Новая, ранний крупноплодный сорт Кубанская Ранняя, высококачественные сухофруктовые сорта Баллада, Кубанская Легенда, Голубая Мечта, Кубанская Юбилейная и другие.

Выделены доноры и сорта, обладающие высокой комбинационной способностью: Кабардинская Ранняя, Стенлей, Сочинская Юбилейная, Венгерка Кавказская. Получены межвидовые гибриды слив и других косточковых растений, представляющие интерес для использования в селекции сливы домашней.

Работа выполнена с использованием коллекций генетических ресурсов растений ВИР (VIRCollectionsofPlantGeneticResources) в рамках государственного задания ВИР (бюджетный проект № 0662-2019-0004).

Список литературы

1. Веньяминов А.Н. Применение отдаленной гибридизации в селекции сливы на зимостойкость // Записки Воронежской СХА им. К.Д. Глинки. – 1970. – Т. 41.
2. Еникеев Х.К. К вопросу о происхождении крупноплодных форм терна и терносливы // Доклады советских ученых к XVI Международному конгрессу по садоводству. – М., 1962. – С. 81–88.

3. Еремин Г.В., Ковалева В.В. Терн и тернослива. – М.: Ниола-Пресс; Юнион-паблик, 2007. – 158 с.

4. Еремин Г.В., Семенова Л.Г., Гасанова Т.А. Физиологические особенности формирования адаптивности, продуктивности и качества плодов у косточковых культур в Предгорной зоне Северо-Западного Кавказа / Под ред. Г.В. Еремина. – Майкоп: Адыг. респ. кн. изд-во, 2008. – 210 с.

5. Ливошин В.Н. Терн и тернослива засушливых зон Нижнего Поволжья и их хозяйственное значение // Труды Саратовского СХИ. – Саратов, 1940. – Т. IV.

6. Еремин Г.В., Дубравина И.В., Коваленко Н.Н., Гасанова Т.А. Предварительная селекция плодовых культур / Под ред. Г.В. Еремина. – 2-е изд., перераб. и доп. – Краснодар: КубГАУ, 2016. – 335 с.

7. Симонов В.С. Перспективные сортообразцы сливы домашней для Московской области // Садоводство и виноградарство. – №4 (214). – 2018. – С. 26–31.

Статья поступила в редакцию 03.06.2019 г.

Eryomin G.V. Garden plum breeding in the South of Russia // Bull. of the State Nikita Botan. Gard. – 2019. – № 132. – P. 44-53.

As a result of the breeding work at Krymsk Plant Breeding Station, that is FSFIS “Federal Research Center – All-Russian Institution of Plant Genetic Resources n.a. N. I. Vavilov” Branch, garden plum varieties have been developed, which are characterized by a high commodity, taste, canning and dried fruit qualities of fruits, which are combined with yield and resistance to adverse environmental conditions. These varieties include the early large-fruited variety Kubanskaya Rannyaya, high-quality varieties Kubanskaya Legenda, Golubaya Mechta, Bolshoy Priz, Ballada, Naslednitsa, winter-hardy, high-quality dried fruit varieties Beglyanka, Kubanskiy Karlik, Vengerka Novaya, et al. Valuable for use in breeding varieties with a high combining ability: Kabardinskaya Rannyaya, Stenley, Sochinskaya Yubileynaya, Vengerka Novaya were obtained. Interspecific tetraploid hybrids of garden plums and thorns were obtained, which are valuable for creating more advanced varieties of plums and other stone fruits.

Key words: *garden plum; variety; hybrid; breeding; quality of fruits*

УДК 664:634.11

DOI: 10.25684/NBG.boolt.132.2019.06

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ВЫРАЩИВАНИЯ И ХРАНЕНИЯ ПЛОДОВ ЯБЛОНИ СОРТА ГОЛДЕН ДЕЛИШЕС НА ИХ КАЧЕСТВО И ЛЕЖКОСПОСОБНОСТЬ

**Александр Иванович Сотник, Раиса Даниловна Бабина,
Надежда Никоноровна Горб, Ольга Александровна Денисова,
Максим Михайлович Бабин**

Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН
298648, Республика Крым, г. Ялта, пгт Никита, Никитский спуск, 52
отделение «Крымская опытная станция садоводства»

E-mail: sadovodstvo.koss@mail.ru

Основной целью работы было изучение влияния условий выращивания насаждений яблони на формирование качества и лежкоспособности плодов сорта Голден Делишес. В результате проведенных исследований установлено, что: плоды, выращенные на карликовых подвоях, лучше сохраняются при температуре минус 1 °С, а на полукарликовых – при температуре +2 °С; сохраняемость яблок, выращенных без орошения, не зависит от типа подвоя, существенное различие доказано только между лежкоспособностью плодов, выращенных без орошения и при поддержании влажности почвы в период

вегетации 80 % ПВ; содержание почвы в саду под задернением способствует формированию высококачественных плодов, под черным паром – улучшает их лежкоспособность; применение регулируемой газовой среды, содержащей CO_2 – 5 %, O_2 – 3 %, N_2 – 92 %, позволяет смягчить последствия негативного воздействия неблагоприятных погодных условий, различных агрофонов, продлить период хранения яблок и сократить до минимума их общие потери.

Ключевые слова: сорт *Голден Делишес*; лежкоспособность плодов; режим хранения; подвой; влагообеспеченность; содержание почвы

Введение

Садоводство является одной из наиболее рентабельных отраслей сельского хозяйства Российской Федерации. Однако, уровень производства плодов и ягод в стране значительно отстает от потребностей населения. По данным Всемирной организации здравоохранения ежедневное потребление 700 - 800 г свежих плодов позволит надежно защитить организм человека от преждевременного старения и развития болезней. В настоящее время в России, в расчете на одного жителя, выращивается 20-25 кг плодов и ягод в год, что составляет лишь 1/4 часть минимальной нормы потребления. В развитых странах Европы этот показатель достигает 160 кг [4, 1, 7].

В мировом производстве плодов яблоня занимает четвертое место после бананов, цитрусовых и винограда. В Крыму первое место в общем объеме заготовок свежих фруктов занимают яблоки. Плоды этой культуры имеют высокую потребительскую ценность, как в свежем, так и в переработанном виде. Они содержат большое количество питательных соединений, легкоусвояемых углеводов, в том числе пектинов, биологически активных веществ, минеральных солей, необходимых для питания человека [9].

Агротехнические приемы интенсивного садоводства, базирующиеся на широком использовании карликовых и полукарликовых подвоев, различных систем содержания почвы в саду, способствуют повышению продуктивности плодовых насаждений яблони.

Однако, наряду с увеличением урожайности, отмечается снижение продолжительности хранения плодов. Одним из эффективных способов сокращения потерь плодов при хранении является правильный выбор сорта. Все попытки сохранить партии яблок нележких сортов даже с помощью современных технических средств, экономически не выдерживают сравнения с возможностью хранить их в оптимальных температурно-газовых режимах [3]. С учетом этого положения проводятся разработки приемов производства и методов длительного хранения плодов различных сортов.

Яблоки сорта *Голден Делишес* пользуются широким спросом на рынках сбыта. Этот сорт весьма распространен, и изучением лежкоспособности плодов данного сорта занимаются ученые во многих странах мира. Рекомендуемые условия для хранения плодов сорта *Голден Делишес* значительно варьируют по температурному режиму, концентрациям углекислого газа и кислорода. Например, во Франции рекомендуется температура 0... + 1 °С, CO_2 – 2 - 3 %, O_2 – 2 - 3 %; в Германии – 0... +3 °С, CO_2 - 7 - 9 %, O_2 – 12 - 14 %; в Канаде – 1... + 1,5 °С, CO_2 – 4 - 5 %, O_2 – 3 - 4 % [8]. Несмотря на то, что в Крыму сорт *Голден Делишес* довольно распространен – его доля в промышленных насаждениях яблони составляет около 30%, исследований по изучению лежкости плодов этого сорта проводилось недостаточно. Это еще раз подтверждает необходимость отработки режимов хранения для плодов сорта *Голден Делишес*, выращенных в природно-климатических условиях Крымского полуострова при различных условиях выращивания.

Цель исследований – изучение влияния агротехнических условий выращивания насаждений яблони на формирование качества и лежкоспособности плодов сорта *Голден Делишес*.

Объекты и методы исследования

Работа выполнялась согласно «Программе и методике сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур», разработанной ВНИИС им. И.В. Мичурина, 1999 «Программе и методике селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур» научн. ред. Е.Н. Седов, Т.П. Огольцова», 1999 [5, 6]. Объекты исследований - плоды сорта яблони Голден Делишес. На хранение были заложены плоды высшего и первого товарных сортов. Отбор проб проводили при достижении их оптимальной зрелости. Товарное качество яблок при съеме и его изменение после хранения определяли по ГОСТ 21122-75. Плоды укладывали рядами в ящики по 20 кг. в каждый (ГОСТ 13359-84). Естественную убыль массы плодов устанавливали взвешиванием фиксированных проб.

С целью изучения лежкоспособности плодов яблони сорта Голден Делишес в 2000-2015 гг. в экспериментальном холодильнике Крымской опытной станции садоводства (с 2014 г. ФГБУН «НБС-ННЦ») были заложены следующие опыты:

Опыт 1. Изучение лежкости плодов яблони сорта Голден Делишес, привитых на карликовых (М 9, М 26, М 27) и полукарликовых (ММ 102, ММ 106) подвоях. Схема посадки деревьев 4 x 2 м. Тип кроны – плоское веретено. Система содержания почвы в саду – черный пар. Температурный режим хранения минус 1 и +2 °С.

Опыт 2. Изучение лежкости яблок сорта Голден Делишес в зависимости от водообеспеченности. Схема посадки деревьев 6 x 4 м., подвой Сары Синап. Тип кроны – округлая, разреженно-ярусная. Система содержания почвы в междурядьях сада – черный пар. Способ полива – надкрупное дождевание. Контроль – выращивание без орошения. Температура хранения минус 1 и +2 °С.

Опыт 3. Влияние системы содержания почвы в саду на лежкость яблок сорта Голден Делишес. Деревья выращены на подвое М 9. Варианты опыта: содержание почвы под черным паром; содержание почвы при задернении через ряд. Схема посадки деревьев 2 x 4 м.

Опыт 4. Подбор компонентов газовой среды оптимального состава для длительного хранения яблок сорта Голден Делишес. Изучали три газовых режима с концентрацией кислорода от 3 до 13 % на фоне 5 % углекислого газа. Контролем являлся вариант, содержащий 0 % CO₂, 21 % O₂, 79 % N₂. В полиэтиленовые контейнеры из пленки толщиной 200 мкм устанавливали по четыре ящика с плодами. Ящик являлся повторностью. Полиэтиленовые контейнеры с контрольными вариантами (ОГС) оставляли открытыми. Контейнеры с регулируемой газовой средой (РГС) герметизировали и устанавливали в холодильной камере с батарейно-рассольным типом охлаждения, поддерживая температуру минус 1 °С, относительную влажность воздуха 90 - 95 %. Анализ газа проводили газоанализатором ГПХ - 3М [2].

Результаты и обсуждение

Сорта яблок, рекомендованные для длительного хранения, возделывают на различных подвоях. Культура слаборослых плодовых деревьев в Крыму является в настоящее время наиболее выраженной формой интенсивного пловодства. С помощью подвоев успешно регулируется сила роста плодового дерева, его скороплодность, урожайность и качество плодов. Размер деревьев влияет на производительность труда при обрезке и уборке урожая. Карликовые и полукарликовые деревья хорошо приспособлены к интенсивному ведению хозяйства. Сады на слаборослых подвоях рано вступают в плодоношение, на третий год после посадки они могут давать промышленные урожаи.

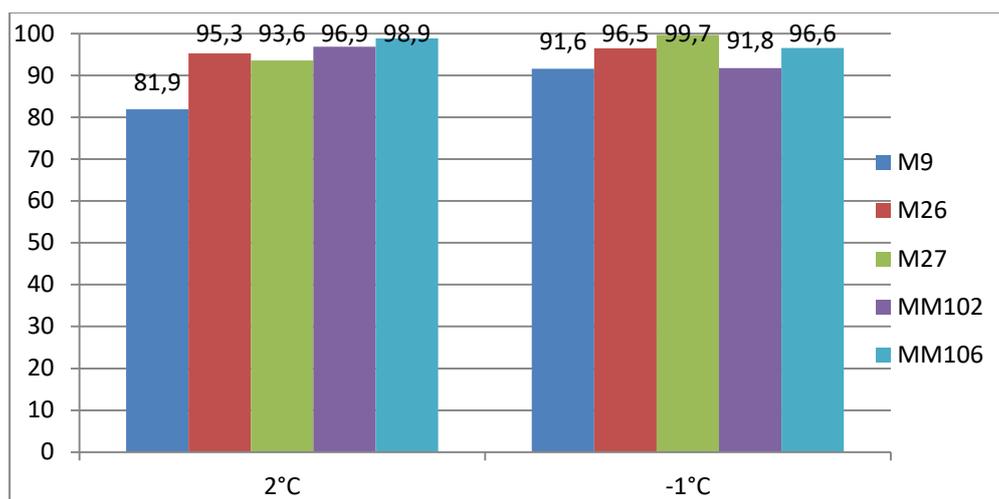


Рис. 1 Выход стандартных плодов яблок сорта Голден Делишес в зависимости от типа подвоя и температуры хранения (продолжительность хранения 220 суток), %

Анализ полученных данных (рис.1) показывает, что на лежкоспособность плодов оказали влияние как тип подвоя, так и температура хранения. Низкая сохраняемость отмечена у плодов, выращенных на подвое М 9 при температуре хранения +2 °С. Понижение температуры до минус 1 °С способствовало значительному увеличению лежкости плодов, произрастающих на подвоях М 9 и М 27. На подвое М 102, напротив, плоды лучше сохранились при температуре +2 °С. Для плодов, выращенных на подвоях М 26 и ММ 106, лежкоспособность при температурах минус 1 и +2 °С не имеет математически доказуемых различий. В целом просматривается такая зависимость: плоды сорта Голден Делишес, на карликовых подвоях, лучше сохраняются при температуре минус 1 °С, а на полукарликовых – при температуре + 2 °С.

Высокий уровень водообеспеченности почвы способствует формированию крупных плодов. При выращивании на орошении 90 % плодов по размеру относились к высшему и первому товарным сортам. Сохраняемость товарных свойств в дальнейшем зависела от уровня водообеспеченности почвы в вегетационный период и типа подвоя деревьев (табл. 1).

Таблица 1

Влияние водообеспеченности почвы на выход стандартных плодов сорта Голден Делишес после хранения (продолжительность хранения 210 суток)

Уровень орошения	Подвой сеянцы Сары Синап			Подвой ММ 106		
	товарные плоды, %	убыль массы, %	оценка вкуса, балл	товарные плоды, %	убыль массы, %	оценка вкуса, балл
Без орошения	96,8	6,2	4,8	94,8	6,1	4,6
ПВ 60 %	96,1	7,8	4,6	87,1	7,2	4,3
ПВ 70 %	95,6	8,2	4,6	87,3	7,9	4,2
ПВ 80 %	93,8	8,5	4,5	85,7	7,9	4,1
НСР.	1,2	0,4		2,3	0,5	

Лежкость яблок, выращенных без орошения, практически не зависит от типа подвоя. Применение орошения в режимах 60-70% ПВ не оказало значительного влияния на сохраняемость яблок, выращенных на сильнорослом подвое Сары синап. Существенное различие выявлено только между лежкоспособностью плодов, произрастающих в опыте без орошения и при поддержании влажности почвы в период вегетации 80 % ПВ. Плоды, сформированные на сильнорослом подвое, в конце хранения отличались и лучшим вкусом. Для плодов, произрастающих на полукарликовом подвое ММ 106, увеличение влаги в почве способствовало

существенному уменьшению выхода стандартных плодов на вариантах 60-80%ПВ. Снижение товарности происходило, в основном, вследствие заболевания глеоспориозной гнилью и увяданием плодов.

На качество и лежкость яблок сорта Голден Делишес существенное влияние оказывает система содержания почвы в садах Крыма. Плоды, полученные на участках с задернением, по сравнению с черным паром, отличались привлекательным внешним видом вследствие наличия на кожице легкого румянца и после хранения в ОГС обладали более гармоничным вкусом. Однако лучшей лежкостью отличались плоды, выращенные при содержании почвы под черным паром.

Применение регулируемой газовой среды максимально сглаживает влияние агрофона на сохраняемость яблок независимо от содержания почвы, выход стандартных плодов составил сто процентов (рис. 2).

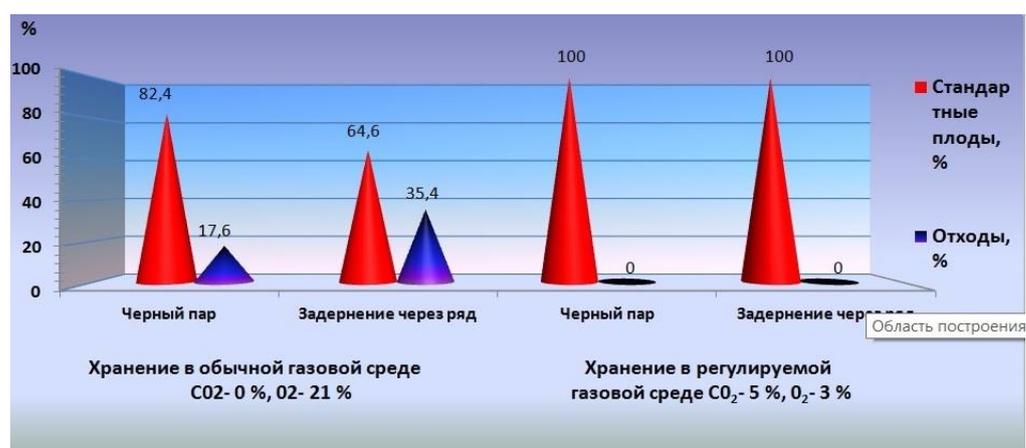


Рис. 2 Влияние системы содержания почвы в саду на сохраняемость яблок (длительность хранения 219 суток, температура хранения +2 °С)

Анализ данных таблицы 2 показывает, что регулируемая газовая среда уменьшает негативные действия различных агротехнологических приемов, способствующих повышению урожая и компенсирует недостаточно эффективное влияние холода при длительном хранении. Исследования показали, что яблоки сорта Голден Делишес лучше сохраняются в условиях регулируемой газовой среды, содержащей CO₂ – 5 %, O₂ – 3 %, N₂ –92 %. Поскольку во всех вариантах опыта плоды снимали с хранения при появлении повреждений примерно у 10 % плодов, то критериями оценки сохраняемости яблок в различных газовых режимах можно считать продолжительность хранения и среднесуточные потери (табл. 2).

Таблица 2

Сохраняемость яблок сорта Голден Делишес в зависимости от состава газовой среды в хранилище, %

Газовый состав, %	Хранение, сутки	Стандартные плоды, %	Среднесуточные потери, %	
			отходы	убыль массы
CO ₂ - 5, O ₂ - 3	210	94,9	0,010	0,014
CO ₂ - 5, O ₂ - 8	210	90,1	0,033	0,014
CO ₂ - 5, O ₂ - 13	170	86,2	0,049	0,032
CO ₂ - 0, O ₂ - 21 (контроль)	170	84,2	0,051	0,041
НСР 05			0,010	0,002

Полученные данные показали, что плоды сорта Голден Делишес в газовом режиме CO₂– 5 %, O₂– 3 %, N₂ –92 % хранились на 40 суток дольше, чем плоды этого же

сорта в холодильнике с обычной газовой средой. Повышение содержания кислорода в атмосфере холодильника до 8 %, на этом же фоне углекислого газа, также способствовало продлению периода хранения плодов. При этом выход стандартной продукции после хранения был несколько ниже, по сравнению с вариантом CO₂- 5 %, O₂ – 3 %, N₂- 92 %. Поддержание в газовой среде кислорода 13 % на фоне 5 % углекислоты не дает положительного эффекта. При оптимальном составе регулируемой газовой среды у исследуемых плодов значительно снижается их естественная убыль.

Анализируя продолжительность хранения яблок сорта Голден Делишес, установлено, что в отдельные годы, резко различающиеся по погодным условиям, у данного сорта формируются плоды неодинаковой лежкости. Так, продолжительность хранения плодов в контрольном варианте (ОГС) в годы исследований колебалась от 140 до 180 суток. Применение регулируемой газовой среды, содержащей CO₂ – 5 %, O₂ – 3 %, N₂ – 92 %, позволяет смягчить последствия негативного воздействия неблагоприятных погодных условий и продлить период хранения яблок до 210-250 суток.

В наших исследованиях причиной, влияющей на продолжительность хранения яблок сорта Голден Делишес в условиях обычной газовой среды, было развитие физиологических и микробиологических заболеваний (увядание, загар, подкожная пятнистость, плодовые гнили). При хранении яблок в РГС оптимального состава, плоды этого сорта были более устойчивы к физиологическим заболеваниям. Однако развитие микробиологических заболеваний полностью не исключается.

На основе полученных в ходе исследований данных, нами были определены некоторые экономические показатели эффективности хранения плодов в ОГС и РГС и проведено сравнение экономического эффекта, получаемого при хранении в разных типах холодильников (табл. 3)

Таблица 3

**Экономическая эффективность применения различных типов холодильников
для хранения плодов**

Показатель	ОГС	РГС	Отклонение
Продолжительность хранения, дни	140	250	110
Выход стандартных плодов, %	78,5	99,0	20,5
Вкусовые качества плодов, балл	4,8	5,0	0,2
Естественная убыль массы, %	5,87	5,12	-0,75
Цена реализации без хранения, тыс.руб/т	30	30	-
Маржинальная прибыль от выращивания, тыс.руб/т	16	16	-
Уровень рентабельности выращивания при реализации без хранения*, %	114,3	114,3	-
Цена реализации по завершению срока хранения, тыс.руб/т	40	55	15
Прибыль после хранения**, тыс.руб/т	23,2	37,1	13,9
Уровень рентабельности при реализации после хранения, %	138,1	207,3	69,2

* - рассчитанная по прямым производственным затратам на выращивание;

** - рассчитана по прямым производственным затратам на выращивание + затраты на хранение

Как видно из таблицы, за счет значительного увеличения цены реализации плодов по окончании срока хранения (она на 37,5% выше при реализации после хранения в РГС), и небольших затратах на хранение относительно этой цены, хранение плодов в течение 250 дней в РГС позволяет значительно повысить рентабельность и обеспечить дополнительную прибыль в размере 23,1 тыс.руб. на 1 тонну плодов, что почти в 2,5 раза больше прироста прибыли за счет хранения в ОГС.

Выводы

Таким образом, в результате проведенных исследований установлено следующее:

1. Плоды, выращенные на карликовых подвоях, лучше сохраняются при температуре минус 1 °С, а на полукарликовых подвоях – при температуре +2 °С;
2. Лежкость яблок, выращенных без орошения, практически не зависит от типа подвоя. Существенное снижение продолжительности хранения плодов, выращенных на подвое Сары Синапа, отмечено в варианте с влажностью 80% ПВ, а на подвое ММ106 – во всех вариантах опыта (60-80%ПВ);
3. Содержание почвы в саду под задернением способствует формированию высококачественных плодов, под черным паром – улучшает их лежкоспособность;
4. Применение регулируемой газовой среды, содержащей CO₂ – 5 %, O₂ – 3 %, N₂ – 92 %, позволяет смягчить последствия негативного воздействия неблагоприятных погодных условий, различных агрофонов, продлить период хранения яблок, сократить до минимума их общие потери и повысить рентабельность.

Список литературы

1. Гудковский В.А. Кожина Л.В., Балакриев А.Е., Назаров Ю.Б. Эффективность модифицированной атмосферы и ингибитора биосинтеза этилена для хранения плодов, ягод и овощей // Вестник Мич. ГАУ. – 2009. – №1. – С. 53-63.
2. Дженеев С.Ю., Яценко В.И., Хитрон Я.И., Иванченко В.И. Методика исследований по хранению винограда в модифицированной газовой среде // Сб. науч. тр. Одесский СХИ. – 1976. – Ч. 2.– С. 154-159.
3. Жамба А.И. Биохимические и товарные изменения в яблоках сорта Голден Делишес при хранении // Хранение плодов и винограда в регулируемой газовой среде.– Кишинев. 1978. – С. 29 - 33.
4. Лисина А.В., Воробьев В.Ф., Хроменко В.В. Влияние озоновой среды на развитие физиологических расстройств и грибных болезней при хранении плодов груши // Плодоводство и ягодоводство России.– 2013.– Т 36, Ч. 1. – С. 360-365.
5. Программа и методика селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под ред. Г.А. Лобанова. – Мичуринск, 1980. – 529 с.
6. Программа и методика селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур /научн. ред.Е.Н. Седов, Т.П. Огольцова. – Орел, 1999. – 606 с.
7. Родионова И.А., Сушкова А. импортозамещение как важнейший фактор обеспечения экономического развития садоводства. // Региональная экономика теория и практика – 2016. – № 43.– С. 2-11.
8. Спичкин И.М. Хранение плодов: Пер. с нем. - М.: Колос, 1984. – 367 с.
9. Хубаева Е.Р., Тохтиева Л.Х., Цугкиева В.Б. Совершенствование способов хранения плодов яблони // Достижения науки - сельскому хозяйству: Материалы Всероссийской научно-практической конференции (заочной). – 2017. – С. 215-218.

Статья поступила в редакцию 21.05.2019 г.

Sotnik A.I., Babina R.D., Gorb N.N., Denisova O.A., Babin M.M. Cultivation factor and storage requirements for apple-tree Golden Delicious varieties in their quality and storability // Bull. of the State Nikita Botan. Gard. – 2019. – № 132. – P. 53-60.

The main goal of the research was to study influence of growing conditions for the planting apple trees on training of quality and storability of Golden Delicious fruits. As a result of the research, it was found that: the fruits, which were grown on dwarf rootstocks, were better preserved at minus 1 °C, but the ones were grown on semi-dwarf rootstocks, were better preserved at a temperature of +2 °C; the persistence of apples, which were grown without irrigation, did not depend on the type of rootstock, a significant difference is proved only between storability of the fruits, which were grown without irrigation and maintaining the soil moisture during the growing season of 80% PV; a

soil content in the garden under the cultivation contributes to the formation of high-quality fruits, under a black fallow - improves their storability. The use of a controlled gas environment, which contains CO₂ –5%, O₂–3%, N₂– 92%, allows to mitigate the consequences of adverse weather conditions' effects, various agricultural backgrounds, to extend the storage period for apple fruits and minimize their overall losses.

Key words: *Golden Delicious varieties; storability; storage mode; rootstock; moisture provision; soil content*

УДК 631.528.632:634.25

DOI: 10.25684/NBG.boolt.132.2019.07

РАДИАЦИОННЫЙ МУТАГЕНЕЗ И ИЗМЕНЧИВОСТЬ ПЕРСИКА

Анатолий Владимирович Смыков

Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН
298648, Республика Крым, г. Ялта, пгт Никита, Никитский спуск, 52
E-mail: selectfruit@yandex.ru

Изложены результаты действия гамма-радиации на персик. Показано влияние различных доз, сроков облучения на выживаемость, частоту и спектр изменчивости персика по морфологическим, биологическим и биохимическим признакам. Выделены мутантные формы с хозяйственно-ценными признаками.

Ключевые слова: *персик; гамма-облучение; дозы радиации; морфобиологическая изменчивость; мутантные формы*

Введение

Экспериментальный мутагенез является важным направлением в выведении новых форм и сортов плодовых культур [1, 2, 3, 4, 7]. Он повышает частоту изменчивости признаков растений и расширяет возможности селекционера для отбора хозяйственно-ценных форм. Мутанты могут индуцироваться физическими и химическими мутагенами. Использование гамма-радиации на персике показало свою эффективность [6, 8, 9]. Перспективно также облучение пыльцы для включения в гибридизацию [6]. Обработка мутагенами соматических клеток вызывает изменение отдельных признаков сорта при сохранении его основных достоинств и является перспективной для совершенствования сортимента. При этом важное значение имеет подбор сроков и доз облучения вегетативных почек гамма радиацией. Необходимо изучить морфо-биологические, анатомические, адаптивные особенности мутантных форм и выделить лучшие из них.

Целью исследований являлось изучение изменчивости персика в результате воздействия гамма-радиации с последующим отбором и комплексным изучением мутантных форм для промышленного садоводства.

Объекты и методы исследования

Объектами исследования являлись мутантные формы персика, полученные в результате облучения гамма-радиацией на гамма-установке ЛМБ-γ1М мощностью 12,3 МА/кг вегетативных почек и пыльцы. Изучение растений после воздействия радиации проводили по опубликованным методикам [5, 7]. Исследования были начаты на персике с 1983г. на селекционном участке площадью 6 га по схеме посадки 4х2 м. Радиомутантные формы (MV 1), выделенные по хозяйственно ценным признакам, проверяли на стабильность методом расхищивания, проводя последовательные окулировки (до MV 10). Стабильность признаков показали 40 форм, которые были высажены в коллекцию с целью дальнейшего изучения и отбора для передачи в госсортоиспытание.

Результаты и обсуждение

Изучение генофонда облученного персика позволило выявить некоторые особенности действия радиации на его жизнеспособность и генотип. Общим критерием

оценки чувствительности растений к лучевому поражению является процент их гибели, который отражает процессы повреждения и восстановления жизнедеятельности клеток. Повреждения почек радиацией проявляются не сразу, что связано с явлением продленного мутагенеза. Их приживаемость через 2 месяца после облучения практически такая же, как в контроле (вариант без облучения) и только через 8 – 9 месяцев часть их погибает. Чувствительность почек зависит от этапов органогенеза – чем больше степень дифференциации, тем выше радиочувствительность. В связи с этим при облучении почек на втором этапе органогенеза – в период формирования у них 7 – 10 зачаточных листьев и вторичных бугорков их чувствительность была выше, чем при формировании 4 – 6 зачаточных листьев и вторичных бугорков. Дозы облучения 10 Гр были стимулирующими, до 30 Гр – умеренными, до 70 Гр – критическими, до 90 Гр – летальными.

Для персика характерен довольно широкий спектр изменчивости признаков. В первый год развития у некоторых растений наблюдаются слаборослость, рассеченность, двухвершинность побегов, деформации, двухвершинность, уколистность, хлорофилльность листовой пластинки (рис. 1, 2). В вариантах с облучением частота изменчивости этих признаков возрастает. Некоторые из них, особенно рассеченность побегов и листьев, являются модификациями и исчезают в последующие годы развития и при размножении. В результате облучения снижаются темпы роста растений, задерживается время вступления в плодоношение. Продуктивность под действием критических доз облучения снижается. У этих растений меняется реакция на неблагоприятные факторы среды.



Рис. 1 Слаборослая форма сорта Кудесник в питомнике, облучение в дозе 50 Гр



Рис. 2 Хлорофильные мутации листьев у сорта Советский: 1 – контроль; 2 – в вариантах с облучением

В результате искусственного промораживания и естественных морозов из 49 мутантов было выделено 16 радиоформ с повышенной морозостойкостью цветковых почек. Из них 7 мутантов в дозе облучения 20 Гр и 6 – 50 Гр. Стабильную морозостойкость показали 3 формы: 377, 379 в дозе облучения 20 Гр, и особенно 403 в дозе 50 Гр.

Сравнительную засухоустойчивость 29 радиомутантных форм персика изучали на основе анализа водоудерживающих свойств листового аппарата, тургесцентности тканей и флуориметрии пигментов.

По водоудерживающей способности были выделены наиболее стабильные формы 36-227 и 40-16, испаряющие влагу в пределах 15 – 35%, и формы 34-224, 37-12, 39-146, которые проявили повышенную (11 – 45%) устойчивость к водоотдаче. Зафиксировано незначительное подавление показателя варибельной флуорисценции у

10-ти форм: 40-3, 40-10, 40-16, 63-8, 64-164, 37-6, 63-87, 38-176, 38-172, 40-15, которые обладают стабильной водоудерживающей способностью или поддерживают относительно высокую тургесцентность тканей. Полученные данные позволили ранжировать по засухоустойчивости 5 форм, которые по комплексу физиологических показателей превышают контрольный сорт Советский.

Облучение вызывает у персика изменение размера, формы, окраски цветков (рис. 3). У некоторых макромутантов (слаборослых, узколистных) наблюдаются мелкие цветки, поздний срок цветения, стерильность генеративных органов. Это связано с тем, что как правило, любое мутационное изменение, существенно затрагивая один признак, меняет в определенной степени комплекс других вследствие плейотропного влияния гена.

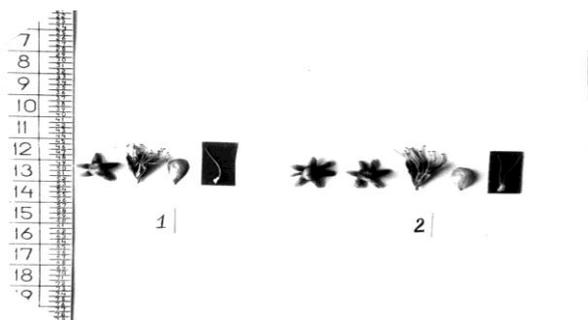


Рис. 3. Морфологические изменения цветков у сорта Рот-Фронт:
1 – контроль; 2 – в вариантах с облучением

У одного процента облученных растений на 7 – 5 дней меняются сроки цветения. Радиация вызывает уменьшение массы и размера плодов, массы и размера косточек (рис. 4, 5). По качественным признакам наиболее часто изменяется покровная окраска плодов, цвет и форма косточки. От 0,3 до 20,4% косточек, взятых от слаборослых мутантных форм после самоопыления, имеют недоразвитые семена, 0,7 – 88,7% – пустые и 0,4 – 10% – по два семени, в контроле соответственно 2,6; 0,3 и 2,9%.

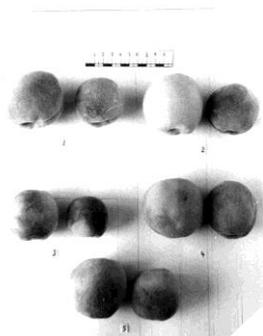


Рис. 4 Морфологические изменения плодов у сорта Советский: 1 – контроль; 2 – облучение в дозе 10 Гр; 3 – 20 Гр; 4 – 30 Гр; 5 – 50 Гр



Рис. 5 Развитие семян у сорта Советский:
1 – контроль; 2 – в вариантах с облучением

У растений облучение вызывает физиологические и биохимические мутации. Листья слаборослых форм характеризуются пониженной активностью фотосинтетического аппарата и меньшим поглощением углекислоты в сравнении с листьями необлученных растений. Побеги слаборослых форм персика растут медленнее и имеют повышенное содержание суммы фенольных соединений, являющихся ингибиторами роста. У 20 ранозревающих форм сорта Советский, полученных после гамма-облучения в дозах 20, 30 и 50 Гр, было выделено 7 форм с

повышенным в 1,5 – 1,9 раза содержанием в плодах Р-активных веществ – лейкоантоцианов, которые обладают антирадикальным и противорадиационным действием. Из 26 форм, выделенных по другим хозяйственно-ценным признакам, у 7-ми форм также наблюдалось заметное повышение в плодах лейкоантоцианов. Так, у формы 4053 в дозе облучения 50 Гр их количество составило 1040, у формы 4015 – 1200 мг/100 г, которое приближается к видовому пределу персика обыкновенного и превышает контроль (685 мг/100 г) в 1,5 – 1,8 раза.

У семи мутантов в дозе облучения 50 Гр и с повторным облучением 50+20 Гр отмечали значительное (в 1,6 – 3,3 раза) повышение содержания аскорбиновой кислоты в плодах по сравнению с контролем.

Повышение содержания пектинов в плодах на 29 – 41% наблюдалось у трех форм в дозах облучения 20, 50, 30+20 Гр. Некоторые формы характеризовались комплексным повышением содержания биологически-активных веществ в плодах.

В большинстве вариантов опыта проявилась тенденция к повышению содержания в плодах сухих веществ и титруемой кислотности. Тенденцию увеличения содержания в плодах некоторых компонентов их биохимического состава, а также существенное их накопление у некоторых форм после гамма-облучения можно связать с явлением гомеостаза растений, так как эти вещества обладают защитно-восстановительными свойствами к мутагенным и другим стрессовым воздействиям.

Гамма-облучение, особенно в дозе 50 Гр, вызвало существенные изменения анатомического строения листьев персика и усиление признаков ксероморфности: уменьшение толщины листа, слоев палисадной и губчатой паренхимы, изменение формы клеток, которые могут быть использованы при диагностировании мутантных форм.

Спектр изменчивости естественных и искусственных мутаций персика сходен. Среди растений без облучения иногда встречаются формы слаборослые, с измененными сроками цветения и созревания плодов. Наибольшей мутабельностью характеризуются гетерозиготные сорта, так как мутационный процесс, как правило, идет от доминантности к рецессивности. Поэтому наибольшее количество мутаций было обнаружено у сорта Советский, который произошел в результате гибридизации сортов американской и армянской эколого-географических групп (рис. 6). У других растений (гибридов американских сортов) частота мутаций была меньше.



Рис. 6 Слаборослая восьмилетняя форма сорта Советский, облучение в дозе 20 Гр

В результате генетической репарации повреждений с течением времени последствие радиации на персик постепенно снижается. В связи с этим при повторном размножении растений через 9 – 15 лет после облучения выживаемость почек была почти такой же, как в контроле (без облучения).

Большинство мутаций, которые вызывает радиация, являются вредными или бесполезными для растений. Макромутации (слаборослость, деформация листьев,

плодов, цветков, низкая продуктивность) чаще всего бывают вредными, но встречаются значительно реже, чем мало заметные микромутации (изменение формы основания, вогнутости края и зазубренности листьев, диаметра венчика, длины, ширины, количества лепестков, высоты чашечки, длины чашелистиков, опушенности завязи плодов и других признаков). Микромутации чаще всего не оказывают отрицательного влияния на жизнеспособность организма, но могут накапливаться в популяции, создавая большой резерв наследственной изменчивости.

Малые дозы радиации не только не угнетают, но и могут оказывать стимулирующее влияние на жизнеспособность растений персика. Дозы до 10 Гр являются стимулирующими для выживаемости вегетативных почек и роста растений, до 20 Гр – стимулируют интенсивность фотосинтеза.

В результате облучения сформированной пыльцы у 23-х сортов персика в дозах 50, 100, 150, 200, 300, 400, 600, 800, 1000, 1200, 1400 Гр было выявлено, что по жизнеспособности пыльцы дозы 150 – 200 Гр были критическими, в дозе 600 Гр проявился стимулирующий эффект, дозы 800 – 1400 Гр являлись умеренными. Длина пыльцевых трубок менялась в зависимости от дозы облучения аналогично ее жизнеспособности.

По фертильности пыльцы доза 50 Гр была умеренной, 100 Гр – стимулирующей, дозы облучения 200, 250, 300, 400 Гр являлись критическими, 600 и 700 Гр – сублетальными, 900 и 1000 Гр – летальными. Выявлено, что в дозах облучения 1000 – 1400 Гр пыльца сохраняет способность к прорастанию, но фактически является стерильной. В связи с этим, для селекционных целей в гибридизации целесообразно использовать пыльцу, облученную в дозах от 200 до 500 Гр. Определение жизнеспособности пыльцы и завязываемости плодов у слаборослых растений персика, полученных после гамма-облучения в дозах 20 и 50 Гр показало, что радиация снизила жизнеспособность пыльцы, но не оказала заметного отрицательного воздействия на количество образовавшихся завязей и сформированных плодов. Поэтому эти формы можно использовать в селекционном процессе для получения генеративного потомства.

Для получения мутаций семена персика облучали гамма-радиацией в умеренной дозе 7,5 Гр и выдерживали в водных растворах физиологически активных веществ – «Фумара» (в концентрации 0,16 мг/л) и индолилмасляной кислоты (ИМК) (50 мг/л) в течение 18 часов. У большинства сортов в вариантах с обработкой наблюдали увеличение выживаемости растений, особенно у сорта Восток 3 (на 31,6% больше, чем в контроле). По комплексу биологически ценных признаков отобрано 14 перспективных форм после облучения семян.

По комплексу хозяйственно ценных признаков и их стабильности было выделено 40 радиомутантных форм. В настоящее время 13 из них находятся в коллекции Центра НБС-ННЦ (табл.) и 7 форм – в коллекции отделения ФГБУН "Крымская опытная станция садоводства". Так, форма 34-207 характеризуется, по сравнению с исходным сортом Советский, ранним сроком созревания плодов и повышенной засухоустойчивостью; форма 3712 – крупноплодностью, поздним цветением, морозостойкостью цветковых почек, засухоустойчивостью, повышенным содержанием пектинов; 3720 – ранним сроком созревания, устойчивостью к курчавости листьев, морозостойкостью цветковых почек; 3743 – более привлекательным внешним видом плодов; 3810 – крупноплодностью; 38176 – ранним сроком созревания, крупноплодностью, 3926 – крупноплодностью, повышенной устойчивостью к мучнистой росе; 4016 – ранним сроком созревания, засухоустойчивостью, повышенным содержанием аскорбиновой кислоты в плодах; 40-27 – крупноплодностью, устойчивостью к мучнистой росе; 6312 – морозостойкостью цветковых почек, повышенной устойчивостью к курчавости листьев, 63-87 – крупноплодностью, засухоустойчивостью, повышенным содержанием лейкоантоцианов в плодах; 4014 – компактной кроной, крупноплодностью, поздним сроком цветения, повышенной устойчивостью к курчавости листьев, повышенным содержанием аскорбиновой кислоты в плодах.

Таблица

Краткая характеристика радиомутантных форм персика сорта Советский, 2014-2018 гг.

№	Сорт, форма	Доза, Гр	Плод			поярвн. окраска кож.	процент покрв. окраски	вкус, балл	Срок созревания	Измененные хозяйственно ценные признаки
			масса, г	внешн. вид, балл	основ. окраска кож.					
1	Советский (контр.)	0	120	4,4	Желт.	Красн.	25-50	4,4	4.08	-
2	Советский 34-207	20	125	4,6	Желт.	Борд.	25-70	4,4	27.07	Ранний срок созревания, засухоустойчивость
3	Советский 37-12	20	175	4,4	Желт.	Красн.	25	4,5	29.07	Крупноплодность, позд. цветение, морозост. цв.почек, засухоустойчивость, повыш. сод. пектинов
4	Советский 37-20	20	130	4,2	Желт.	Темно-красн.	25-50	4,2	24.07	Ранний срок созревания, уст. к курчавости листьев, морозост. цв.почек
5	Советский 37-43	50	130	4,5	Ярко-желт.	Кармин.	25	4,0	4.08	Привлекательный внешний вид плодов
6	Советский 38-10	20	170	4,3	Желт.	Красн.	25	4,0	1.08	Крупноплодность
7	Советский 38-176	30	145	4,3	Желт.	Малин.-красн.	50	4,1	24.07	Ранний срок созревания, крупноплодность
8	Советский 39-26	50	150	4,5	Желт.	Малин.-красн.	25	4,5	28.07	Крупноплодность, уст. к муч. росе
9	Советский 40-16	50	115	4,1	Желт.	Малин.-красн.	25	4,3	27.07	Ранний срок созревания, засухоустойчивость, повыш. сод. аскорб. к-ты
10	Советский 40-27	50	180	4,5	Ярко-желт.	Кармин.	25	4,0	4.08	Крупноплодность, засухоустойчивость
11	Советский 63-12	50	115	4,0	Зел.-желт.	Кармин.	25-50	4,0	7.08	Морозостойкость цв. почек, уст. к курчавости листьев
12	Советский 63-87	50	148	4,5	Ярко-желт.	Кармин.	25-50	4,5	4.08	Крупноплодность, засухоуст., повыш. сод. лейкоантоцианов
13	Советский 4014	50	150	4,6	Желт.	Ярко-кармин.	25-50	4,5	1.08	Компактная крона, крупноплодность, позд. цветение, уст. к курчавости листьев, повыш. сод. аскорб. к-ты

В 2015 г. сорт Меркурий (форма 4014), выделенный по комплексу хозяйственно ценных признаков, был районирован в Российской Федерации по Республике Крым (рис. 7).



Рис. 7 Плоды персика сорта Меркурий

Выводы

1. Индуцированный мутагенез является эффективным направлением в селекции персика для выведения новых сортов при правильном подборе объектов исследований, условий, средств воздействия и зависит от следующих факторов: 1) генотипа исходного сорта; 2) его происхождения; 3) мутабельности; 4) вида мутагена; 5) дозы обработки; 6) этапов органогенеза; 7) модифицирования мутагенного эффекта.

2. В результате радиационного мутагенеза выделено более 40 мутантов с различными хозяйственно-ценными признаками: сдержанным ростом, с поздними сроками цветения, ранними сроками созревания плодов, крупными плодами, с высоким содержанием в них биологически активных веществ, с повышенной засухоустойчивостью и морозостойкостью. В 2015 г. сорт Меркурий (форма 4014), выделенный по комплексу хозяйственно ценных признаков, был районирован в Российской Федерации по Республике Крым.

Список литературы

1. *Плугатарь Ю.В., Смыков А.В., Опанасенко Н.Е., Сотник А.И., Бабина Р.Д. и др.* К созданию промышленных садов плодовых культур в Крыму. – Научно-практическое издание. – Симферополь: Ариал, 2017. – 212 с.
2. *Равкин А.С.* Действие ионизирующих излучений и химических мутантов на вегетативно размножаемые растения. – М.: Наука, 1981. – 191 с.
3. *Равкин А.С.* Индуцированный мутагенез в селекции плодовых и ягодных растений // Радиационный мутагенез и его роль в эволюции и селекции: сб. научн. работ. – М.: Наука, 1987. – С. 205–219.
4. *Семакин В.П.* Селекция сортов плодовых культур на основе искусственного мутагенеза: обзорная информация. – М., 1982. – 47 с.
5. *Семакин В.П., Равкин А.С.* Методика экспериментального мутагенеза и полиплоидии в селекции плодовых и ягодных растений // Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. – Мичуринск, 1980. – С. 377–414.
6. *Смыков А. В.* Жизнеспособность и фертильность пыльцы у персика после

гамма-облучения // Труды Никит. ботан. сада. – 2008. – Т. 130. – С. 193–199.

7. *Смыков А.В.* Методические рекомендации по использованию гамма-излучения в клоновой селекции персика. – М., 1991. – 26 с.

8. *Смыков А.В.* Мутагенез // Труды Никит. ботан. сада. – 1999. – Т. 118. – С. 39–41.

9. *Смыков А.В., Федорова О.С., Шишова Т.В., Иващенко Ю.В.* Селекция персика и ее результаты в Никитском ботаническом саду // Сб. научн. трудов ГНБС. – 2015. – Т. 140. – С. 24–33.

Статья поступила в редакцию 19.07.2019 г.

Smykov A.V. Radiation mutagenesis and peach variability // Bull. of the State Nikit. Botan. Gard. - 2019. - № 132 - P. 60-67.

The results of gamma radiation effect on peach are presented. The effect of various doses, timing of exposure on the survival rate, frequency and spectrum of peach variability according to morphological, biological and biochemical characteristics are shown. Mutant forms with economically valuable traits were selected.

Key words: *peach; gamma irradiation; radiation doses; morphobiological variability; mutant forms*

УДК 634.21:551.58.(477.75)

DOI: 10.25684/NBG.boolt.132.2019.08

ПЕРСПЕКТИВЫ ПОВЫШЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ РАСТЕНИЙ АЛЫЧИ (*PRUNUS CERASIFERA* ENRH.) К ВОЗДЕЙСТВИЮ ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУР ВОЗДУХА В УСЛОВИЯХ СТЕПНОГО КРЫМА

Валентина Милентьевна Горина, Любовь Алексеевна Лукичева

Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН
298648, Республика Крым, г. Ялта, пгт Никита, Никитский спуск, 52
E-mail: valgorina@yandex.ru

В связи с изменяющимся климатом все более актуальным является повышение зимостойкости и морозоустойчивости растений алычи. В районах с неустойчивой зимой цветковые почки растений алычи страдают от возвратных заморозков, что ведет к потере урожая и гибели деревьев. Целью явилась оценка 283 гибридов алычи к воздействию отрицательных температур в условиях степного Крыма и отбор перспективных генотипов. В исследованиях руководствовались известными методами. Выделен 31 гибрид, проявивший наибольшую устойчивость к действию отрицательных температур в неблагоприятные годы. Отобраны морозостойкие гибриды с плодами десертного вкуса – 5, с отделяющейся косточкой – 9, с поздними сроками цветения – 16. Наибольшее количество перспективных гибридов получено в комбинациях с исходными сортами из алычи гибридной с алычей таврической, алычи типичной между собой и алычи гибридной с алычей типичной.

Ключевые слова: *алыча; селекция; гибриды; морозостойкость*

Введение

Алыча ценная плодовая культура, получившая широкую популярность в последние годы. Она входит в состав рода слива (*Prunus* L.), подсемейства сливовые (Prunoideae Focke), семейства розовые (Rosaceae Juss.). Этот вид легко скрещивается с другими видами слив и с видами других родов косточковых растений [5].

В настоящее время в южных районах стала распространяться алыча гибридная, созданная в результате гибридизации алычи со сливой китайской и некоторыми другими видами слив. Еремин Г.В. объединил алычу гибридную в группу, которую назвал сливой русской (*Prunus rossica* Erem.). Несмотря на гибридное происхождение ее сорта генетически стабильны. Слива *P. rossica* обладает специфическими

морфологическими и биологическими особенностями. Потомство от гибридизации ее сортов не дает сеянцев, подобных исходным видам: алыче, сливе китайской и др. По морфологическим признакам сорта гибридной алычи занимают промежуточное положение между исходными формами [6].

В производственных насаждениях алыча пока распространена не так широко, как другие косточковые культуры. Она чаще всего используется в качестве подвоев. В 1984 г. в Крыму алыча занимала более 1000 га, а в настоящее время только 400 га [2]. Однако, эта культура заслуживает большего распространения, особенно в районах с нестабильным плодоношением абрикоса. Растения алычи отличаются регулярной урожайностью и невысокой требовательностью к условиям выращивания, что делает эту культуру высоко рентабельной. Алыча обладает широким генетическим потенциалом, дополняет конвейер поступающих к потребителю фруктов. Ее плоды содержат биологически активные вещества полезные для организма человека, растения выделяются обильным и более стабильным плодоношением. Но в районах с неустойчивой зимой цветковые почки растений алычи страдают от возвратных заморозков, что ведет к потере урожая и гибели деревьев. Для решения этого вопроса используют селекцию. Основным методом создания новых сортов является гибридизация. При этом было отмечено, что залогом успеха селекции является исходный материал. В селекции новых сортов важное значение имеет подбор родительских форм. У них должны быть хорошо выражены признаки, желательные для потомства. Для создания сортов с повышенной устойчивостью к воздействию низких температур в скрещивание были привлечены в качестве родительских форм сорта Аленький Цветочек, Награда, Оленька, Кубанская Комета и др. В результате проведенной гибридизации был создан гибридный фонд.

Целью исследований явилась оценка гибридов алычи к воздействию отрицательных температур в условиях степного Крыма и отбор перспективных генотипов для дальнейшей селекции и внедрения в производство.

Объекты и методы исследований

Исследования проводили на базе коллекционно-селекционных насаждений в Отделении «Крымская опытная станция садоводства» ФГБУН «Никитский ботанический сад-Национальный научный центр РАН», лаборатории степного садоводства (с. Новый Сад, Симферопольский р-н). Почвы участка южный чернозем. Территория относится к центральному равнинно-степному району с засушливым климатом, умеренно-жарким вегетационным периодом и мягкой неустойчивой зимой. В среднем за год выпадает 480 мм осадков [1]. Опытные участки без орошения. Агротехнические мероприятия общепринятые. Объектами исследований являлись 283 гибрида алычи, полученные при скрещивании сортов из различных таксономических групп: гибридной, типичной, таврической. Их изучали в течение 2015-2019 гг. Схема посадки 5 x 4 м. В исследованиях руководствовались известными методиками [8,10]. Статистическую оценку экспериментальных данных осуществляли по известным рекомендациям [4] с помощью компьютерной программы Microsoft Office Excel.

Результаты и обсуждение

Важной особенностью алычи, позволяющей определить целесообразность ее возделывания в различных регионах, является зимостойкость. Деревья этой культуры характеризуются коротким и неглубоким периодом биологического покоя, что и является одной из основных причин невысокой зимостойкости, особенно генеративных почек [8]. Алыча превосходит по зимостойкости абрикос и персик, многие новые сорта алычи по этому признаку также не уступают южным сортам сливы.

Высокой морозостойкостью отличаются северные формы алычи, выделенные в Беларуси, Прибалтике, в районах от Москвы до Санкт-Петербурга. Установлено, что более высокой морозостойкостью обладают сорта, растения которых раньше вступают в состояние глубокого покоя, а также с более продолжительным периодом зимнего покоя и медленным развитием генеративных почек в весенний период [3]. К ним относятся сорта: Васильевская 41, Кремень, Кубанская Комета, Путешественница, Гранит, Подарок Дружбам, Аленький Цветочек, Награда, Румяная Зорька, Десертная, Спартанка, Желтая Поздняя, Ордубадская, Катюша, Десертная Ранняя, Машенька, Мулатка и др. [7].

Анализ проведенных исследований по культуре алычи выявил широкий диапазон варьирования зимо- и морозостойкости ее генеративных органов. Привлечение источников и доноров данных признаков позволяет создать новые перспективные сорта, сочетающие высокую устойчивость цветковых почек к морозам и возвратным заморозкам с высокими товарными качествами плодов.

За период наблюдений с 2015 по 2019 гг. неблагоприятными оказались 2016, 2017 и 2019 гг. В 2016 году после длительной оттепели в период с 7 по 9 января наблюдали значительное понижение температуры воздуха ($-18,5^{\circ}\text{C}$ – $-24,1^{\circ}\text{C}$). Вследствие этого генеративные органы многих культур были повреждены. Отмечены и поздние весенние заморозки: 24 марта до $-5,0^{\circ}\text{C}$, 6 апреля $-1,1^{\circ}\text{C}$, 10 апреля $-0,6^{\circ}\text{C}$, 12 апреля $-3,3^{\circ}\text{C}$, 23 апреля $-0,6^{\circ}\text{C}$. Кроме того 4 и 5 апреля, а также 20 и 22 апреля выпадал град, который лежал на почве в течение ночи более 12 часов, что и послужило причиной гибели завязи плодов.

Цветение растений алычи в 2016 году было ранним. Начало цветения отмечено 12 марта. Поздноцветущие гибриды зацвели 20 марта. Выявлено 13 сеянцев (12/28, 13/7, 13/8, 13/13, 13/19, 13/24а, 14/5, 14/6, 14/11, 14/27, 15/22, 15/29 и 16/16) с повреждением генеративных органов до 30%, что практически не отразилось на урожайности растений.

В 2017 году возвратные заморозки зафиксированы 31 марта – -2°C и первого апреля до -4°C . Понижение температуры сопровождалось порывами северо-восточного ветра, что вызвало подмерзание генеративных почек. В этом году раноцветущие растения зацвели первого, а поздноцветущие 12 апреля. В результате изучения гибридов установлена гибель от 0 до 100 % их генеративных органов (табл.1).

Таблица 1

Повреждение генеративных органов гибридов алычи, 2015-2019 гг.

Количество гибридов в изучении	Годы изучения	Количество гибридов с подмерзанием генеративных почек, (%)		
		0%	до 30%	71-100%
167	2016	0	7,8	49,1
283	2017	1,1	30,4	35,7
283	2019	2,5	33,2	19,8

Без повреждений цветковых почек отобрано три растения (9/3, 12/7а и 15/18), что составило 1,1%. Число растений с повреждением генеративных почек до 30% составило 86, т.е. 30,4% от общего количества изучаемых сеянцев. Среди них выделены гибриды: 8/15, 8/17, 8/19, 8/21, 8/25, 8/26, 8/29, 9/14, 9/16, 9/20, 9/22, 9/31, 9/33, 10/10, 10/14, 10/19, 10/30, 10/31, 11/8, 11/11, 11/17, 11/20, 11/22, 11/26, 11/27б, 11/28б, 11/30а, 12/7, 12/10а и б, 12/16б, 12/18, 12/24а, 13/8, 13/12, 13/14, 13/15, 13/22, 13/24а, 13/26а и б, 13/29а, 13/31, 13/32а, 13/33, 14/4, 14/5, 14/10 и др., которые были получены с участием сортов Аленький цветочек, Награда, Оленька, Аштаракская №1, Румяная Зорька,

Обильная, Карамельная, *P. brigantiaca* Vill. и др. С повреждением генеративных почек от 31 до 70 % отмечено 32,8 % растений, от 71% до 100% – 35,7 % растений.

В 2019 году возвратные заморозки были продолжительными и зафиксированы в конце марта и начале апреля. Понижение температуры воздуха наблюдали 28 марта до $-1,5^{\circ}\text{C}$, 29 марта – $-5,1^{\circ}\text{C}$, 30 марта $-1,9^{\circ}\text{C}$, 31 марта мороз был только на почве $-2,5^{\circ}\text{C}$. Также заморозки отмечали с первого по шестое апреля. В этот период минимальная температура воздуха -5°C зафиксирована 4 апреля. Отмечено понижение температуры воздуха до $-0,4^{\circ}\text{C}$ и 21 апреля.

Ранозцветущие гибриды в 2019 году зацвели 31 марта, поздноцветущие – 11 апреля. Повреждение растений отрицательными температурами составило от 0 до 100 %. Выявлено семь гибридов: 9/22, 9/31, 9/33, 10/6, 13/32а, 13/32б, 11/33, у которых генеративная сфера осталась не поврежденной. Их количество составило 2,5 %. Повреждение до 30% выявлено у 94 растений. С повреждением от 31 до 70 % отмечено 44,5% растений, с повреждением свыше 71 % – 19,8%.

Следует отметить гибриды, у которых повреждение в 2017 и в 2019 годах было минимальным. К ним отнесено 31 растение: 8/29, 9/2, 9/14, 9/20, 9/22, 9/31, 9/33, 10/10, 10/31, 11/11, 11/22, 12/16б, 12/22а, 12/24а, 13/10, 13/25а, 13/26а, 13/26б, 13/32а, 13/33, 14/5, 14/10, 14/15, 15/5, 15/7, 15/12, 15/18, 15/19, 15/22, 16/25, 16/26, что составило 10,95 % от изученных гибридов.

В результате изучения выявлено, что в группе сеянцев устойчивых к действию отрицательных температур (повреждение до 30 %) выделяются пять гибридов с плодами десертного вкуса (10/10, 14/11, 14/13, 15/13, 15/25), девять гибридов с отделяющейся косточкой (10/30, 11/1, 12/10б, 12/16б, 13/16, 14/6, 15/2, 15/3, 15/25), шестнадцать гибридов с поздними сроками цветения (8/26, 11/8, 11/32, 11/33, 12/16а, 12/16б, 13/12, 13/22, 13/25а, 13/26а, 14/4, 14/15, 14/27, 15/29, 16/28а, 16/31).

Анализ эффективности проведенной гибридизации алычи на устойчивость к отрицательным температурам показал, что наибольшее количество перспективных гибридов получено в комбинациях с исходными сортами из алычи гибридной с алычей таврической, алычи типичной между собой и алычи гибридной с алычей типичной (рис. 1).

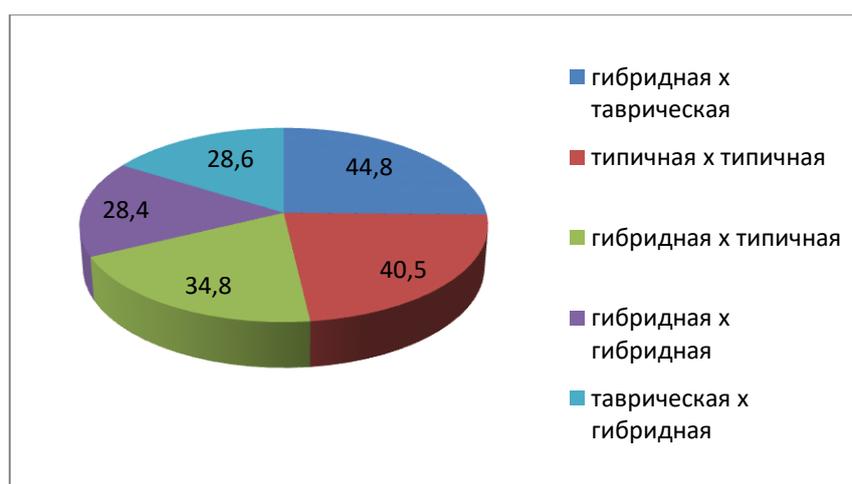


Рис. 1 Эффективность гибридизации алычи на устойчивость к отрицательным температурам

В комбинациях, где в качестве материнской формы была привлечена алыча типичная, а в качестве отцовской – алыча гибридная, выделяющихся по морозостойкости цветковых почек гибридов обнаружено не было.

Выводы

В результате проведенных исследований установлено, что наибольшее количество гибридов проявляющих повышенную устойчивость к действию отрицательных температур и представляющих интерес для использования в селекции и дальнейшего внедрения в производство получено в результате гибридизации сортов алычи гибридной с алычой таврической, алычи типичной между собой и алычи гибридной с алычой типичной.

Наиболее морозостойкие гибриды получены при использовании в качестве исходных сортов алычи гибридной: Награда, Обильная, Комета Кубанская, Оленька, Румяная Зорька, Ялтинская Красавица, алычи таврической – Субхи Ранняя и Таврическая, и алычи типичной сортов Пурпуровая и Пионерка.

Выделен 31 гибрид, проявивший более высокую устойчивость к негативному воздействию отрицательных температур в течение всего периода изучения. Отобраны морозостойкие гибриды с плодами десертного вкуса – пять, с отделяющейся косточкой – девять, с поздними сроками цветения – шестнадцать.

Список литературы

1. *Важов В.И.* Агроклиматическое районирование Крыма // Почвенно-климатические ресурсы Крыма и рациональное размещение плодовых культур: сб. науч. трудов. – 1977. – Т. 71. – С. 92–120.
2. *Витковский В.Л.* Плодовые растения. – СПб.: Лань, 2003. – 592 с.
3. *Власюк С.Г.* Слива та алыча. – К.: Урожай, 1989. – 152 с.
4. *Доспехов Б.А.* Методика опытного дела. – М.: Колос, 1985. – 332 с.
5. *Еремин Г.В.* Алыча. – М.: Агропромиздат, 1989. – 113 с.
6. *Еремин Г.В.* Слива и алыча. – Харьков: Фолио; М.: Аст, 2003. – 302 с.
7. *Лукичева Л.А., Горина В.М., Соколовская Ж.С.* Генофондовая коллекция алычи в Никитском ботаническом саду и перспективы ее использования // Плодоводство и ягодоводство России. – 2018. – Т. 54. – С. 165–172.
8. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / Под ред. Е.Н. Седова и Т.П. Огольцовой. – Орел, 1999. – 608 с.
9. *Ряднова И.М., Еремин Г.В.* Зимне-весеннее развитие весенних почек косточковых // Ботанический журнал. – 1961. – Т. 46, № 9. – С. 28–33.
10. *Яблонский Е.А.* Методические рекомендации по оценке зимостойкости косточковых и орехоплодных культур. – Ялта: ГНБС, 1984. – 26 с.

Статья поступила в редакцию 26.06.2019 г.

Gorina V.M., Lukicheva L.A. Prospects for increasing the resistance of cherry-plum (*Prunus cerasifera* Ehrh.) plants to the impact of negative air temperatures in the steppe Crimea// Bull. of the State Nikita Botan. Gard. – 2019. – № 132. – P. 67-71.

Increasing winter hardiness and frost resistance of cherry plum plants is more and more important due to climate change. Flower buds of cherry plum plants are damaged by recurrent frosts in the areas with an unstable winter. This leads to destruction of crops and trees. The goal of research was to evaluate 283 cherry plum hybrids to the effects of low temperatures in the steppe Crimea and to select promising genotypes. The research was guided by the known methods. 31 hybrids were selected, they showed the greatest resistance to negative temperatures in adverse years. Frost resistant hybrids with fruits of dessert taste (5), with separating stone (9), with late flowering (16) were selected. The greatest number of promising hybrids were obtained in combinations with the original varieties from cherry-plum hybrid with Taurian cherry-plum, typical cherry-plum between itself and cherry-plum hybrid with the typical cherry-plum.

Key words: *cherry-plum, selection, hybrids, frost resistance*

УДК 575

DOI: 10.25684/NBG.boolt.132.2019.09

ПОДБОР ЯДЕРНЫХ МИКРОСАТЕЛЛИТНЫХ ЛОКУСОВ ДЛЯ ВИДОВОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ ЛИСТВЕННИЦЫ ДАУРСКОЙ (ГМЕЛИНА) И ЛИСТВЕННИЦЫ СИБИРСКОЙ, А ТАКЖЕ СРАВНЕНИЕ ИХ ГЕНЕТИЧЕСКИХ ПРОФИЛЕЙ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА

**Елена Николаевна Амяга¹, Сергей Владимирович Нифонтов¹,
Александр Николаевич Гриднев², Николай Михайлович Макрушин³**

¹ Филиал ФБУ «Рослесозащита» - «ЦЗЛ Хабаровского края», 680007, г. Хабаровск, ул. Волочаевская, 4

E-mail: czl127@rcfh.ru

² Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Приморская государственная сельскохозяйственная академия», 692510, г. Уссурийск, пр. Блюхера, 44

E-mail: gridnevan1956@mail.ru

³ Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН 298648, Республика Крым, г. Ялта, пгт Никита, Никитский спуск, 52

E-mail: makruschin-nm@ukr.net

Сохранение и изучение генетического разнообразия видов лесных растений – одна из фундаментальных проблем современной ботаники, генетики и дендрологии. Особенно остро стоит вопрос об изучении на генетическом уровне ценных лесных пород с целью обеспечения их сохранности, видовой идентификации и контроля происхождения древесины. Одной из таких важных в экологическом и экономическом отношениях хвойных пород нашей страны является лиственница (*Larix*). В настоящее время существует проблема использования нерайонированных видов *Larix* для восстановления и воспроизводства лесов на территории России, и, в частности, на территории Дальнего Востока. В связи с этим подбор генетических маркеров, позволяющих выявить отличия между лиственницей даурской и лиственницей сибирской и их подвидами, является актуальной и востребованной задачей.

Ключевые слова: *лиственница; генетическая изменчивость; популяция; полиморфизм; микросателлитные локусы*

Введение

За последние десятилетия, благодаря развитию лесной генетики, осуществляются программы воспроизводства и восстановления природных популяций лесных пород, охарактеризована генетическая изменчивость хозяйственно-ценных видов и видов, находящихся под угрозой исчезновения. Разработка методов выявления полиморфизма ДНК и работа с генетическими маркерами позволяет вести мониторинг динамики генетического разнообразия. Самой распространенной и экономически значимой лесной породой на планете является лиственница (*Larix*). Ареал ее произрастания на территории России обширен – Урал, Западная Сибирь, Алтай, Саяны, Дальний Восток, Китай, северо-запад Монголии [1,2,3]. Ее древесина, благодаря прочности и устойчивости к гниению, используется в судостроении, строительстве гидротехнических сооружений, получении целлюлозы. Однако, генетика не всех видов лиственниц изучена в равной степени. Данных по генетике лиственницы сибирской в литературных источниках достаточно [4, 5, 6], определен набор ядерных микросателлитных локусов, позволяющий подробно исследовать внутривидовую

генетическую дифференциацию. Генетические процессы в популяциях лиственницы даурской не изучены, и существует ряд проблем, связанных с идентификацией подвидов и гибридных форм, выявлением генетического потенциала и устойчивости популяций [7]. Кроме того, в соответствии со статьей 65 Лесного Кодекса (ЛК), необходимо использовать посадочный материал «основных лесообразующих видов с учетом наследственных свойств и условий мест произрастания». Таким образом, основной целью исследования является подбор ядерных микросателлитных локусов для маркирования подвидов и популяций лиственницы даурской, а также сравнение генетических профилей лиственниц для решения задач лесного хозяйства.

Объекты и методы исследования

В представленной работе объектами изучения являлись лиственница даурская *Larix gmelinii* (Rupr.) Kuzen. и лиственница сибирская (*Larix sibirica* Ledeb.).

Для исследования отобрана хвоя из трех популяций лиственницы даурской: из Хабаровского края (лесничество Сукпайское, участковое лесничество Сукпайское) и 2 популяции лиственницы даурской из Еврейской автономной области (лесничество Биробиджанское, участковое лесничество Городское; лесничество Кульдурское, участковое лесничество Бираканское).

С целью видовой идентификации лиственницы были отобраны контрольные образцы семян лиственницы даурской (партия из Хабаровского края) в количестве 50 штук и лиственницы сибирской (партия из республики Хакасия) – 50 штук, а также проанализированы сеянцы (300 штук) и семена (150 штук) из питомников Хабаровского края на предмет наличия примеси нерайонированных видов лиственницы.

Выделение ДНК из хвои и семян проводили модифицированным СТАВ-методом [8,9]. Для выявления генетических особенностей и анализа полиморфизма популяций лиственницы даурской были отобраны ядерные микросателлитные локусы, отобранные ранее для лиственницы японской – группа bcLK [10,11]. Основные характеристики условий ПЦР и аллелей представлены в таблице 1.

Таблица 1

Перечень исследованных ядерных микросателлитных локусов для анализа полиморфизма лиственницы даурской

Локус	Число аллелей	Размер фрагмента	Температура отжига	Источник литературы
bcLK056	21	142-196 п.н.*	Touchdown 63 – 53° C	Isoda, Watanabe, 2006
bcLK066	8	143-157 п.н.*	Touchdown 63 – 53° C	Isoda, Watanabe, 2006
bcLK224	8	128-148 п.н.*	Touchdown 63 – 53° C	Isoda, Watanabe, 2006
bcLK232	8	133-149 п.н.*	Touchdown 63 – 53° C	Isoda, Watanabe, 2006
bcLK260	9	94-110 п.н.*	Touchdown 63 – 53° C	Isoda, Watanabe, 2006
bcLK235	21	172-220 п.н.*	58° C	Isoda, Watanabe, 2006
UACLy6	23	214-262 п.н.*	58° C	Khasa et al., 2000, 2006

*- пар нуклеотидов

Ядерные микросателлитные локусы, изменчивость которых была проанализирована для сравнения образцов лиственницы даурской и лиственницы сибирской, представлены в таблице 2.

Характеристика ядерных микросателлитных локусов, отобранных для сравнения *Larix gmelinii* и *Larix sibirica* [8, 12, 13]

Локус	Нуклеотидная последовательность	Температура отжига	Размер фрагмента (Бондар, 2018)
Ls_1524449	FW: CGACAACACAGTCCATTTTCATC RV: ACATCTATTCCCCTCCCAATTC	Touchdown 60 – 51° C	179
Ls_951631	FW: GAAACATCGTGACTTCCTTTGA RV: CAACGAAACAATGGCTACAAAC	Touchdown 60 – 51° C	150
Ls_254200	FW: TTGTAATGCACSTTCAACTCCA RV: ACCATTTTGGGCAGTGTTTG	Touchdown 60 – 51° C	252

ПЦР проведена с использованием набора лиофилизованных готовых реакционных смесей GenPak™ PCR Core (0.5 ml) производства ООО «Лаборатория Изоген» [12].

Визуализация ПЦР-продуктов проведена методом вертикального электрофореза в 5% полиакриламидном геле [2]. В качестве маркера стандартных длин использовалась ДНК плазмиды pBR322, обработанная рестриктазой Hra II.

Размер ампликонов определяли в программе Photo-Capt. Анализ полученных генотипов проводили в программе GenAlEx 6.2 [12].

Проведен анализ значений показателей F – статистик Райта. Оцененные параметры: F_{is} – значение коэффициентов инбридинга особей относительно популяции; F_{it} – значение коэффициентов инбридинга особи относительно вида; F_{st} – значение коэффициентов инбридинга популяции относительно вида.

Результаты и обсуждение

В рамках сравнительного анализа и выявления генетических особенностей лиственницы даурской выполнены исследования по 7 локусам с образцами хвои из трех популяций из Хабаровского края и ЕАО. Для всех проанализированных локусов характерен аллельный полиморфизм. Количество полученных аллельных вариантов у локуса bclK 066 при работе с дальневосточными видами лиственницы – 10, что превышает количество аллелей, указанное в литературном источнике [11] – 8. У локусов bcLK260 и UACLy6 количество полученных аллельных вариантов меньше у лиственницы даурской – 5 и 8 соответственно, вместо заявленных 21 и 23 для лиственницы японской [10, 11].

Наибольшее количество аллельных вариантов у локусов bclK 232 (13-15 аллелей), bclK 056 (11-13 аллелей). У остальных локусов полиморфизм сравнительно ниже. Количество аллелей и наиболее часто встречаемые варианты представлены на графике (рис. 1).

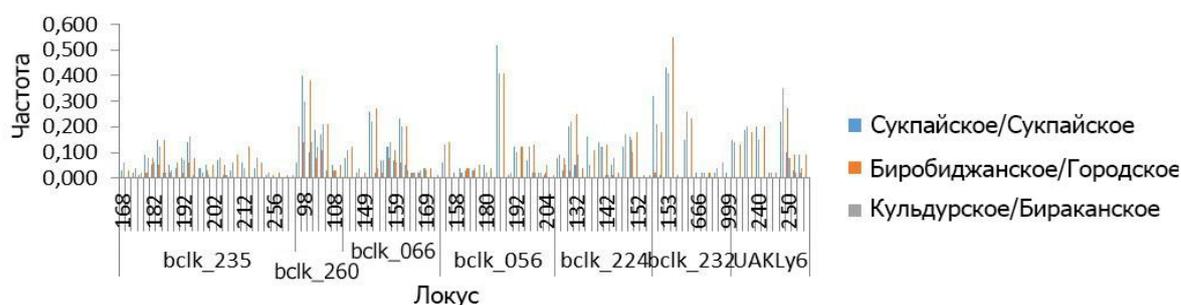


Рис. 1 Перечень аллельных вариантов в изученных популяциях *Larix gmelinii* из Хабаровского края и ЕАО

Несмотря на то, что идентифицированные ядерные микросателлитные локусы были общими, их аллельный состав отличался в трех популяциях. Максимальное аллельное разнообразие – 61 аллель отмечено в популяции лиственницы даурской из ЕАО (Биробиджанское/Городское), наименьшее – 55 аллелей – в популяции из Хабаровского края (Сукпайское/Сукпайское).

В таблице 3 приведены значения основных показателей генетической изменчивости, рассчитанные по 7 локусам в трех популяциях. Значение индекса фиксации Райта (характеризуют индивидуальный, субпопуляционный и популяционный уровни генетической структуры популяции) максимально у популяции из Хабаровского края (Сукпайское/Сукпайское) ($F=0,553$) и минимально у популяции из ЕАО (Биробиджанское/Городское) ($F=0,502$). Сравнительно, разница между показателями в пределах недостоверных различий. Сравнение наблюдаемой и ожидаемой гетерозиготности показало, что во всех трех популяциях отмечен дефицит гетерозиготных генотипов. Вероятно, это можно объяснить невысокой численностью популяций и самоопылением, приводящим к высокой степени инбридинга [4, 5, 6].

Таблица 3

Показатели генетической изменчивости лиственницы сибирской, рассчитанные в программе GenAlEx 6.2.

Популяции	N	Na	Ne	Ho	He	F
Сукпайское/Сукпайское	50	11.286	6.109	0.377	0.801	0.553
Биробиджанское/Городское	50	10.000	6.055	0.409	0.798	0.502
Кульдурское/Бираканское	50	11.143	6.435	0.403	0.818	0.522

N – выборка, Na – среднее число аллелей на локус, Ne – эффективно число аллелей на локус, Ho – наблюдаемая гетерозиготность, He – ожидаемая гетерозиготность, F – индекс фиксации.

Полученные в результате исследования значения основных показателей генетического полиморфизма свидетельствуют о достаточно высоком уровне генетического разнообразия лиственницы даурской в анализируемых регионах и согласуются с результатами изучения в области изученных локусов у других видов *Larix* [6, 10, 11, 13].

Значения коэффициентов инбридинга особи относительно популяции F_{is} , инбридинга особи относительно вида F_{it} и инбридинга популяции относительно вида F_{st} , рассчитанные для каждого из анализируемых локусов лиственницы даурской, представлены в таблице 4.

Таблица 4

Значения показателей F – статистик Райта

Локус	F_{is}	F_{it}	F_{st}
bcl _k _235	0.879	0.886	0.057
bcl _k _260	0.710	0.717	0.025
bcl _k _066	0.139	0.182	0.050
bcl _k _056	0.778	0.806	0.125
bcl _k _224	0.164	0.106	0.050
bcl _k _232	0.831	0.863	0.186
UACLy6	0.508	0.548	0.081
Среднее значение	0.573±0.026	0.587±0.029	0.082±0.026

Коэффициент F_{is} варьирует от 0,139 (bcl_k_066) до 0,879 (bcl_k_260), составляя в среднем 0,573. Положительное среднее значение F_{is} указывает на 57% недостаток гетерозиготных генотипов. Коэффициент F_{it} также имеет положительное значение, средний показатель – 0,587, что указывает на 58% дефицит гетерозигот у вида в исследованной части ареала в целом. По показателю F_{st} , который отражает степень подразделенности популяций, выявлено, что 92% определенной в трех популяциях генетической изменчивости, реализуется внутри популяции, и только 8% ($F=0,08$) распределяется между популяциями. Наиболее важное значение для анализа межпопуляционной составляющей изменчивости имеют высокополиморфные локусы bcl_k_232 ($F_{st} = 0,186$) и bcl_k_056 ($F_{st} = 0,125$), наименьшее значение – bcl_k_260 ($F_{st} = 0,025$).

При подборе ядерных микросателлитных локусов для сравнения генетических профилей лиственницы даурской и лиственницы сибирской, а также их подвидов, проанализировали 19 локусов. Из них для видовой идентификации были отобраны лишь 5, с разными показателями для разных видов *Larix* (таблица 5) [2].

Таблица 5

Характеристика ядерных микросателлитных локусов, подобранных для видовой идентификации *Larix*

Локус	Показатели ядерных микросателлитных локусов	
	<i>Larix gmelinii</i> и ее подвиды	<i>Larix sibirica</i> и ее подвиды
UACLy6	214-262 п.н.	180-215 п.н.
bcLK232	133-149 п.н.	151-164 п.н.
Ls_1524449	нестабильные спектры с большим числом нуль-аллелей	высокополиморфный с 9 аллельными вариантами
Ls_951631	большой разброс в различии аллельных вариантов	полиморфизм
Ls_254200	слабая полиморфность	значительный полиморфизм, нестабильная амплификация

В результате анализа поступивших в лабораторию образцов семян и сеянцев в партиях из Хабаровского края и республики Хакасия, отмечено полное соответствие показателям длин и характеристик для ядерных микросателлитных локусов, указанных в таблице 5 для *Larix gmelinii* и *Larix sibirica* и их подвидов. На электрофореграммах представлены результаты детекции и генотипирования (рис. 2, 3, 4, 5, 6). При анализе 50 семян из питомника в Хабаровском крае четко определить вид не удалось, так как по локусам UACLy6, bcLK232 и Ls_254200 показатели были характерны для лиственницы

даурской и ее близкородственных видов, а по локусам Ls_1524449 и Ls_951631 результаты соответствовали показателям, характерным для лиственницы сибирской.

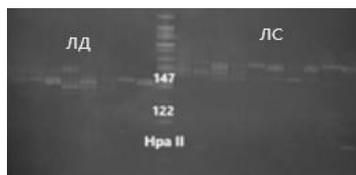


Рис. 2 Электрофореграмма локуса belk 232

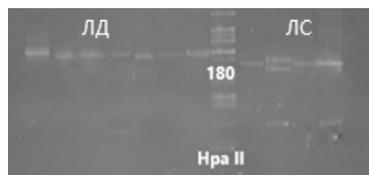


Рис. 3 Электрофореграмма локуса UACLy6

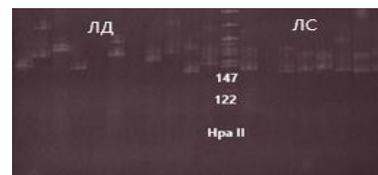


Рис. 4 Электрофореграмма локуса Ls_951631

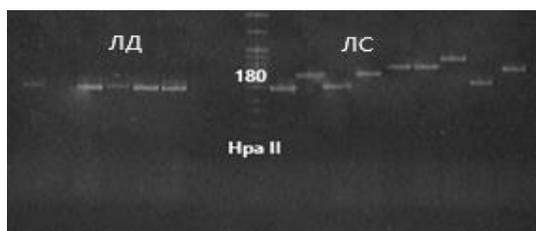


Рис. 5 Электрофореграмма локуса Ls_1524449

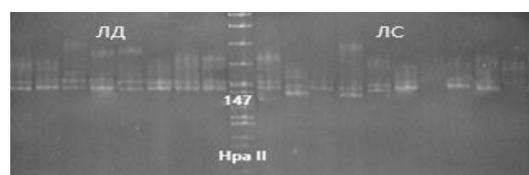


Рис. 6 Электрофореграмма локуса Ls_254200

Данная исследовательская работа является частью работ Российского центра защиты леса (РЦЗЛ) по созданию единой генетической базы данных основных лесообразующих пород.

Выводы

В результате исследования 3 популяций лиственницы из Хабаровского края и ЕАО, впервые дана оценка их межпопуляционной изменчивости на основе анализа ядерных микросателлитных локусов. Отмечены достоверные различия частот аллелей между выборками, а также значительный недостаток гетерозигот во всех трех популяциях, что подтверждает высокую степень инбридинга. Выявлены уникальные аллели для всех трех популяций по 7 проанализированным локусам, которые определяют специфику генетики популяции и определяют ее принадлежность к определенному району.

Отобраны локусы, отработаны праймеры к ним, по которым возможно выявить очевидные различия между лиственницей даурской и лиственницей сибирской и их подвидов, а также сравнить их генетические профили. Определены значения длин фрагментов ДНК, отмечены характерные показатели полиморфизма в области отобранных 5 локусов. На основе проведенного анализа выявили, что среди проанализированных семян и сеянцев лиственницы из питомников Хабаровского края нет образцов лиственницы сибирской, но в одной из партий семян присутствуют генетические признаки лиственницы даурской и лиственницы сибирской, что возможно, позволяет говорить о гибридном варианте. Такие исследования актуальны и позволяют в соответствии с законодательством Российской Федерации отслеживать

сохранность биологического материала, контролировать чистоту генофонда популяций основных лесообразующих пород и обеспечить их продуктивность.

Благодарность

За предоставленную информацию и помощь в исследовании авторы выражают благодарность Орешковой Н.В., кандидату биологических наук, научному сотруднику лаборатории лесной генетики и селекции Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института леса им. В.Н. Сукачева Сибирского отделения Российской академии наук, Бондар Е.И., магистру Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Сибирский федеральный университет», Института фундаментальной биологии и биотехнологии, базовая кафедра защиты и современных технологий мониторинга лесов.

Список литературы

1. Бобров Е.Г. Лесообразующие хвойные СССР. – Л.: Наука, 1987. – 189 с.
2. Бондар Е.И. Разработка микросателлитных маркеров лиственницы сибирской (*Larix sibirica* Ledeb.) на основе полногеномного *de novo* секвенирования: Автореф. магистр. дис.: 06.04.01 / Сибирский федеральный университет. – Красноярск, 2018. – 65 с.
3. Дылис Н. В. Лиственница. – М.: Лесн. пром-сть, 1981. – 96 с.
4. Орешкова Н.В. Аллозимный полиморфизм ферментов лиственницы сибирской (*Larix sibirica* Ledeb.) и лиственницы Каяндера (*Larix cajanderi* Mayr) // Хвойные бореальной зоны. – 2008. – Т. 25, № 1–2. – С. 160–167.
5. Орешкова Н.В. Изменчивость ядерных микросателлитных локусов у лиственниц Гмелина (*Larix gmelinii* (Rupr.) и камчатской (*Larix kamtchatica* (Rupr.) // Хвойные бореальной зоны. – 2012. – Т. 30, № 1–2. – С. 145–151.
6. Орешкова Н.В. Популяционно-генетические параметры лиственницы Гмелина в Восточном Забайкалье // Вестник ТГУ. – 2009. – № 328. – С. 193–198.
7. Политов Д.В. Генетика популяций и эволюционные взаимоотношения видов сосновых Северной Евразии: Автореф. дис... докт. биол. наук: 03.00.15 / Институт общей генетики им. Н.И. Вавилова РАН. – М., 2007. – 47 с.
8. Bousquet J., Simon L., Lalonde M. DNA amplification from vegetative and sexual tissues of trees using polymerase chain reaction // Can. J. For. Res. – 1990. – V. 20. – P. 254–257.
9. Hamrick J.L. Response of forest trees to global environmental changes // Forest Ecology and Management. – 2004. – V. 197. – P. 323–335.
10. Isoda K. Isolation and characterization of microsatellite loci from *Larix kaempferi* // Molecular Ecology. – 2006. – V. 6. – P. 664–666.
11. Khasa D.P., Jaramillo-Correa J.P., Jaquish B., Bousquet J. Contrasting microsatellite variation between sub-alpine and western larch, two closely related species with different distribution patterns // Molecular Ecology. – 2006. – V.15, i. 13. – P. 3907–3918.
12. Peakall R., Smouse P.E. GENALEX 6: genetic analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research // Molecular Ecology Notes. 2006. – V. 6. – P. 288–295.
13. Taheri S., Lee Abdullah T., Yusop M.R., Hanafi M.M., Sahebi M., Azizi P., Shamshiri R.R. Mining and Development of Novel SSR Markers Using Next Generation Sequencing (NGS) Data in Plants // Molecules. – 2018. – V. 23.

Статья поступила в редакцию 05.05.2019 г.

Amyaga E.N., Nifontov S.V., Gridnev A.N., Makrushin N.M. Selection of nuclear microsatellite loci for species identification of Daurian larch (Gmelin) and Siberian larch, as well as comparison of their genetic profiles for solving forestry problems // Bull. of the State Nikita Botan. Gard. – 2019. – № 132. – P. 72-79.

Preservation and study of forest plant species diversity is one of the fundamental challenges of modern botany, genetics, and dendrology. Genetic structure determines variability and controls adaptation mechanisms, let every population adapt to the environmental conditions. The most topical issue is genetic study of valuable forest species to ensure their integrity, specific identification and control over a wood origin. One of such environmentally and economically important coniferous species in our country is larch (*Larix*). Currently, there is a problem to use azonal larch species for reforestation in Russia, particularly in the Russian Far East. In this regard, selection of genetic markers that let us detect differences between Dahurian larch and Siberian larch and their subspecies is a crucial and relevant task.

Key words: *larch; genetic variability; population; polymorphism; microsatellite loci*

УДК 630*165

DOI: 10.25684/NBG.boolt.132.2019.10

ЛЕСНЫЕ ПЛЮСОВЫЕ НАСАЖДЕНИЯ И КРИТЕРИИ ИХ ОТБОРА

Анатолий Петрович Царев^{1,3}, Наталья Владимировна Лаур²

¹ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт лесной генетики, селекции и биотехнологии», г. Воронеж

394087, Россия, г. Воронеж, ул. Ломоносова, д.105

Email: antsa_55@yahoo.com;

²ФГБОУ ВПО «Петрозаводский государственный университет»

185000, Республика Карелия, г. Петрозаводск, пр. Ленина, 33

Email: laur@petrsu.ru

³Никитский ботанический сад-национальный научный центр,

298648 Республика Крым, г. Ялта, пгт. Никита

Представлен анализ состояния и тенденций развития селекции плюсовых насаждений (ПН) лесных древесных растений, которые являются важным компонентом лесосеменной базы страны. Оценены критерии их отбора и отмечены направления их унификации. Акцентируется внимание на необходимости активизации селекции новых ПН, указан их предпочтительный возраст, обязательность оставления защитных 100-метровых полос вокруг ПН при главных и промежуточных рубках, уточняются количественные показатели других критериев отбора ПН.

Ключевые слова: *плюсовые насаждения; постоянная лесосеменная база; критерии отбора плюсовых насаждений; лесообразующие древесные породы*

Введение

Плюсовые насаждения (ПН) – это высокопродуктивные, высококачественные и устойчивые для данных лесорастительных условий насаждения. Они могут рассматриваться как резерваты наиболее ценного генофонда основных лесообразующих пород и это одна из основных целей их селекции. Их выделяют и как семенные заказники. В некоторых случаях их регистрируют даже в качестве сортов-популяций. Но в этом случае необходимы исследования по географическому и экологическому их районированию [2, 4, 8, 9]. За рубежом на их базе начинали свою деятельность ряд крупных семеноводческих фирм.

ПН отбирают в основном в приспевающих (реже средневозрастных и спелых) высокобонитетных древостоях естественного, реже искусственного происхождения [5, 6, 13, 15]. Единых правил для отбора ПН нет, поэтому в зависимости от породы и целей

селекции показатели отбора ПН разрабатывают на региональном уровне или на уровне отдельных организаций.

Цель нашей работы на примере одного крупного лесного региона - Республики Карелия (РК) представить результаты отбора ПН, а также проанализировать достоинства и недостатки проведения фактических работ по отбору плюсовых насаждений и с учетом выявленных тенденций представить некоторые предложения по критериям отбора плюсовых насаждений.

Объекты и методы исследования

Объектами исследования были естественные лесные насаждения Республики Карелия (РК). Поскольку плюсовые насаждения (ПН) встречаются редко, то их отбор являлся весьма трудоемким и длительным процессом.

Методика заключалась в изучении лесоустроительных материалов, анкетирование работников лесного хозяйства и ознакомлении на месте с кандидатами на отбор в категорию ПН.

Если при глазомерном осмотре насаждение по возрасту соответствовало существующим на период обследования нормативным документам [13, 14], то оно утверждалось аттестационной комиссией Минлесхоза РК в качестве плюсового. В лучших из них закладывались пробные площади в соответствии с лесотаксационными требованиями [1, 7 и др.].

На пробной площади определялся тип леса, уточнялся возраст насаждения, для чего с помощью возрастного бурава у нескольких деревьев на высоте до 30 см высверливались керны и по ним подсчитывались годовые кольца. Затем исследовались другие таксационные показатели: диаметры (измерялись мерной вилкой у всех деревьев на пробной площади), высоты (измерялись высотомером фирмы Freiburger Prazisionmechanik – DDR) у 25-30 деревьев. При сплошном перечеде учитывались прямизна и сбежистость стволов, их качество (деловые, полуделовые, дровяные), сексуализация деревьев, толщина ветвей, характер и протяженность кроны и др.

При статистической обработке данных [11] определялись средние диаметры и высоты. С учетом видовых чисел по М. Е. Ткаченко для среднего коэффициента формы ствола [12] рассчитывались объемы стволов по формуле (1).

$$V=D^2 \times 0,785 \times H \times f / 10000 \quad (1),$$

где: V – объем ствола, m^3 ,
 D – диаметр ствола на высоте 1,3 м,
 H – высота дерева,
 f – видовое число по М.Е. Ткаченко.

Запасы рассчитывались по формуле (2).

$$W=V_{cp} \times N \times 10000 / S \quad (2),$$

Где: W – запас насаждения, $m^3/га$,
 V_{cp} – средний объем деревьев на исследуемой площади, m^3 ,
 N – число деревьев на исследуемой площади,
 S – размер исследуемой площади, m^2 .

Кроме того, отмечался тип леса, товарность, бонитет и другие показатели.

Группой, возглавляемой Н.В. Лаур, за 20 лет было отобрано и проверено в натуре 50 ПН на площади 276 га, что составляет большую часть выделенных ПН в РК.

Кроме того, были изучены и проанализированы паспорта ПН, отобранных другими работниками, и изучены тенденции отбора и сбережения естественного генофонда лесных древесных растений в стране и в РК.

Результаты и обсуждение

К 1971 г. в СССР было отобрано 0,5 тыс. га ПН. В дальнейшем работы по отбору, оценке и списанию разрушенных или самовольно вырубленных плюсовых насаждений продолжались в разных регионах страны [6–10]. Всего на 01.01.2007 г. было отобрано 15311,8 га, на 01.02.2012 г. осталось 15205,5 га ПН (таблица 1). К 01.01.2014 года их площадь уменьшилась до 14455,5 га [2].

В Карелии основная часть ПН была отобрана к 1976 г. (581 га ПН). Отбор проведен «Союзгипролесхозом» и лесхозами. Часть ПН была списана в период единой селекционной инвентаризации 1979 г. по несоответствию требованиям (на 1979 г. – 424 га ПН). В течение 1983-2006 гг. площадь ПН оставалась довольно стабильной – происходили небольшие списания, но велся и отбор новых ПН. По лесосеменным районам распределение ПН неравнозначное: в Карельском – 15,3% (Северокарельском подрайоне – 8,8%; Центральнокарельском – 6,5%), в Южнокарельском – 84,7%

Таблица 1

Наличие плюсовых насаждений в России на 01.01.2012 г., га/%

№	Порода	Площадь, га/%	№	Порода	Площадь, га/%
1	Сосна	9404,4/61,8	6	Дуб	1532,3/10,1
2	Ель	1723,6/11,3	7	Бук	514,4/3,4
3	Лиственница	642,1/4,2	8	Орех	31,1/0,2
4	Сосна сибирская	678,9/4,5	9	Береза	171,3/1,1
5	Пихта	261,3/1,7	10	Прочие породы	246,1/1,7
Итого хвойных пород		12710,3/83,5	Всего		15205,5/100

Первоначальное качество отбора в РК было почти всегда низким. Это связано в первую очередь с отсутствием четкой региональной методики работ. Возможно, часть ПН отбирали по материалам лесоустройства. В общей сложности в течение 40 лет отбор ПН вели работники лесхозов, специалисты Ленинградской зональной лесосеменной станции, Московского, Ленинградского и Карельского отделений института «Союзгипролесхоз», Петрозаводской и Олонецкой производственных лесосеменных станций и Карельского селекционного центра. При отборе сказался как уровень подготовки, так и субъективный подход.

В Карелии по состоянию на 01.01.12 г. аттестовано 471,8 га плюсовых насаждений, что составляло 3,1 % всех ПН России и около 1/4 ПН Северо-Западного Федерального округа. Практически все ПН – хвойные породы (таблица 2).

Таблица 2

Наличие плюсовых насаждений в Карелии на 1.01.12 г. и 01.12.2018 г., га

Порода	2012 г., площадь, га/%	2018г., площадь, га, %
Всего, в т.ч.	471,8 / 100	434 / 100
Сосна	325,4 / 69	293,2 / 68
Ель	141,4 / 30	135,8 / 31
Лиственница	2,9 / 0,6	2,9 / 0,6
Пихта	0,1 / -	0,1 / -
Ольха черная	2,0 / 0,4	2,0 / 0,4

В 2014 году их числилось 478,0 га [3], а на 01.12.2018 – 434 га. То есть, тенденция такая же, как и по стране, в целом, и по другим объектам лесосеменной базы России – наблюдается явное уменьшение площадей ПН. И это при том, что ПН занимают ничтожную долю лесопокрытых площадей. Так, в Карелии покрытые лесной растительностью земли занимают 9279,5 тыс. га. Отобранные за 1972-2012 гг. 0,471 тыс. га ПН составляют всего 0,0005 % от лесопокрытой площади республики.

Результат натурального обследования ПН и детальный анализ 50 ПН (276 га), а также изучение имеющихся паспортов, позволяет сделать ряд выводов по состоянию ПН Карелии. Данные анализа паспортов ПН, отобранных в 70-е годы прошлого века, выявил множество ошибок при отборе и оформлении плюсовых насаждений. Основные из них были следующие: 1) возраст насаждения определялся глазомерно, 2) средняя высота насаждения не определялась, 3) протяженность бессучковой части не определялась, 4) средняя протяженность бессучковой зоны по насаждению не указывалась, 5) количество плюсовых деревьев завышалось, 6) подеревный пересчет не проводился и др.

Это обуславливает необходимость пересмотра ряда критериев их отбора.

Качество отбора. Плюсовые насаждения РК, отобранные разными организациями и работниками, неравнозначны по качеству: из 471,8 га ПН, отобранных к 2012 году, высокий уровень отбора был у 35,9 % (табл. 3). Оценивались возраст, показатели продуктивности насаждений, качество стволов основной породы и санитарное состояние.

Таблица 3

Площадь лучших плюсовых насаждений РК с высоким качеством отбора, га/%

Порода	Площадь всех ПН	Площадь лучших ПН	%
Всего	471,8	169,5	35,9
Сосна	325,4	149,5	45,9
Ель	141,4	17	12,0
Лиственница	2,9	2,9	100
Пихта	0,1	0,1	100

В 80-х годах XX в. качество отбора ПН существенно повысилось – в каждом лесосеменном районе практически всегда в список «плюсовых» включались насаждения высших бонитетов, с большой протяженностью бессучковой зоны и тонкими сучьями. Эти насаждения действительно уникальны. В Северокарельском лесосеменном районе найдено приспевающее насаждение сосны II класса бонитета (Пяозерский лесхоз, отбор 1996 г.), в Центральнокарельском – насаждение сосны II (на грани I) класса бонитета, в котором отобраны плюсовые 95-летние деревья высотой до 32 м (Сумский лесхоз, отбор 2002 г.). Высокое качество отбора ПН достигнуто в Южнокарельском лесосеменном районе: в Кондопожском, Петрозаводском, Олонецком, Лахденпохском, Питкярантском, Пряжинском и др. лесхозах. Одно из отселектированных плюсовых насаждений представлено на рис. 1.



Рис. 1 Плюсоевое насаждение *Pinus sylvestris* L. в Южно-Карельском лесосеменном районе. Возраст 85 лет. Средний диаметр = $26,6 \pm 1,31$ см, Средняя высота $25,0 \pm 0,9$ м, объем ствола $0,64$ м³, запас 445 м³/га. Видна исключительная прямизна стволов практически у всех деревьев. Заозерское лесничество, квартал 15 (Фото А.П. Царева)

Основные типы леса, в которых отобраны ПН: на севере брусничные, в центральной и южной Карелии – в основном черничные, реже разнотравные и кисличные.

Средняя полнота ПН – 0,7-0,8 (от 0,6 до 1,0).

Бонитет: по Северокарельскому лесосеменному подрайону средний бонитет насаждений – IV,7; средний бонитет отобранных плюсовых насаждений – III (от II до IV). По Центральнокарельскому лесосеменному району – IV,5; средний бонитет плюсовых насаждений – III. По Южнокарельскому лесосеменному району – IV,5; средний бонитет плюсовых насаждений – II. Часть из отобранных ПН были списаны, а часть подлежит списанию.

Возраст насаждений. Первые ПН отобраны в республике 40 лет назад. Результат возрастного анализа 50-ти ПН по состоянию на 1.01.11 г. приведен в таблице 4. В настоящее время 3/4 плюсовых насаждений – спелого и перестойного возраста. В 70-е годы XX в., когда велся интенсивный отбор ПН, предпочтение часто оказывали спелым насаждениям. Кроме того, произошло естественное старение насаждений, отобранных 30-40 лет назад.

При селекции на быстроту роста ПН отбирают в основном в приспевающих насаждениях. Доля приспевающих насаждений в лесопокрытой площади республики по хвойным составляет только 7 %. Для сравнения – отобрано хвойных ПН приспевающего возраста всего 10 га.

Площадь насаждений. Средняя площадь ПН сосны и ели – 5,5 га (от 50 до 0,25 га). Первоначально при отборе в качестве «плюсового» аттестовывали целый выдел, и только с 1983 г. – не полный выдел, а лучшую его часть. Поэтому, если в 1975 г. в Чупинском лесхозе отобрано ПН площадью 50 га, то, начиная с 1983 г. площадь ПН, как правило, составляет 1-2 га.

Списание. Плюсовые насаждения исключены из всех видов рубок. Тем не менее, в 4 случаях самовольной рубкой вырублены в Сегозерском лесхозе 10 га; Олонецком – 6 га, в Лахденпохском – часть ПН, Заонежском – 2,1 га.

Документация. В паспортах первых лет отбора часть граф не заполнена, имеются ошибки (несоответствие бонитета; произвольное количество деревьев на 1 га, непропорциональное распределение деревьев на плюсовые, нормальные и минусовые). Схемы привязки составлены не на все ПН.

Некоторые другие особенности отбора плюсовых насаждений в Карелии. Отбор ПН «Союзгипролесхозом» проходил в соответствии с ведомственной методикой. Кроме разовых селекционных инвентаризаций (СИ) и отбора объектов лесосеменной базы при проектировании, в Карелии ежегодно проводился плановый отбор ПН специалистами лесосеменных производственных станций. Аттестованные в результате ПН и являются лучшими в республике.

При проведении обследования выделов делали визуальную оценку насаждения. В северных лесхозах в первую очередь обследовали приспевающие насаждения третьего, в центральных – второго, в южных – первого-а - первого бонитетов.

Требования к ПН должны быть очень высокими, подобрать их сложно, поэтому их площадь может быть меньше 1 га.

Обычно в выделе под ПН выделяют только лучший участок площадью 1-3 га. При отборе ПН хвойных пород необходимо руководствоваться следующим: насаждение должно быть высшего бонитета для данного региона, очищаемость стволов от сучьев высокая, сучья тонкие, большинство хвойных деревьев с конусовидной кроной. Если на 1 га можно отобрать 5 (10) ПД, процент нормальных деревьев достаточно велик, а санитарное состояние хорошее, такое насаждение можно рассматривать как кандидат в плюсовое.

В руководящих документах об отборе ПН пишется несколько расплывчато – это должны быть самые производительные насаждения. Конкретные рекомендации по отбору были разработаны только в институте «Союзгипролесхоз» в 1976 г., затем в 1986 г. [14]. В Карелии есть свои региональные особенности, закономерности роста и развития насаждений. При селекции на быстроту роста ПН отбирают в приспевающих, реже – в средневозрастных или спелых насаждениях. Карельский селекционный центр вел отбор ПН в возрасте, указанном в таблице 4 (авторские предложения Н. В. Лаур).

Очищаемость стволов от сучьев, в основном, зависит от следующих факторов: породы, возраста, состава, полноты насаждения и наследственности. По рекомендации «Союзгипролесхоза» [14], у сосны для плюсовых насаждений – это 31-41 и более, а для ели 16-21 и более процентов.

Толщина сучьев у деревьев в руководящих документах не оговаривается, их подразделяют на тонкие, средние и толстые. В приспевающих насаждениях сосны тонкими можно считать сучья толщиной до 3-4 см, средними – около 5 см, у ели – на 1 см меньше.

Таблица 4

Примерные показатели отбора плюсовых насаждений в Карелии по возрасту и классу бонитета

Лесосеменной район, Подрайон	Возраст рубки главного пользования, лет	Предпочтительный/ допустимый возраст, лет	Бонитет класс
Карельский: а). Северокарельский	141	100-120 /80-100; 120-140	III
Карельский: б). Центральнокарельский	121	90-110 /70-90; 110-120	II (III)
Южнокарельский	101	80-90 /60-80; 90-100	I-a – I

При оформлении ПН необходимо проводить инструментальную съемку участка и привязку к квартальной сети, отмечать границы визирами, закладывать почвенные разрезы. Заготовку семян в плюсовых насаждениях не проводят, т. к. работы слишком дорогостоящие – необходим сбор шишек со стоящих деревьев. Ввиду этого возможна заготовка шишек с модельных деревьев: для создания испытательных культур ПН, и, если в ПН отобраны плюсовые деревья (ПД), – для сбора контрольной партии семян при испытании плюсовых деревьев по генотипу. Необходимо предусматривать противопожарные мероприятия и лесопатологическое обследование, что далеко не всегда выполняется. Требуется оставлять защитные куртины вокруг ПН при рубках главного пользования.

Выводы

1. Отбор ПН позволяет сохранить лучший, уникальный генофонд страны, который будет базой для селекционных и лесовосстановительных работ. Лучшие, плюсовые насаждения должны быть в каждом лесхозе во всех основных типах леса. Площадь их следует увеличивать, т. к. именно они могут стать основной базой для обеспечения лесовозобновления местными семенами высокого качества.

2. На 1.01.14 г. в России оставалось только 14455, 5 га, а в Карелии к 01.12.2018 г. – 434 га плюсовых насаждений. Процент площади ПН в России и Карелии от лесопокрытой площади незначителен, и соответственно, это говорит о низкой интенсивности отбора.

3. Подавляющее большинство ПН отобрано в хвойных лесах. В Карелии за 40 лет отобрано 2 га ольхи черной и 2,1 га карельской березы (вырублено самовольной рубкой). Между тем, быстрорастущие березы пушистая и повислая, а также осина, несомненно, будут представлять коммерческий интерес в ближайшем будущем. Поэтому необходимо отобрать и исключить из рубки лучшие насаждения и этих пород.

4. Основной отбор ПН в России и Карелии проведен в 70-80-е годы XX в., с течением времени происходит естественное старение, следовательно, требуется списание перестойных и не соответствующих современным требованиям ПН.

5. Использование с 1983 г. региональной методики (в т. ч. с предложениями Н.В. Лаур) позволило значительно повысить качество отбора плюсовых насаждений в Карелии.

6. При рубке главного пользования вокруг ПН не оставляют защитную куртину, в результате чего происходит вывал не только ели, но и сосны. Необходимо ввести соответствующее дополнение в руководящие по лесной селекции документы. По нашему мнению ширина буферной полосы должна быть не менее 100 м. При аренде лесов необходимо обеспечить должное оформление документов по ПН, а также их сохранность.

7. В ПН не следует проводить рекомендованные лесоустройством рубки ухода (без согласования со специалистами-селекционерами), т. к. в этом, как правило, нет необходимости. После таких рубок может произойти ветровал. Кроме того, это нарушит достоверность контроля при создании испытательных культур по семенному потомству.

8. В целом, поскольку изначально не было четких критериев отбора, в настоящее время назрела необходимость пересмотреть и уточнить критерии отбора и правила сохранения ПН.

Список литературы

1. *Анучин Н.П.* Лесная таксация. - М.-Л.: Гослесбумиздат, 1952. – 532 с.
2. *Вересин М.М.* Лесное семеноводство. – М.: Гослесбумиздат, 1963. – 158 с.

3. Государственный лесной реестр 2013: стат. сб. – М.: Рослесинфорг, 2014. – 690 с.
4. *Ефимов Ю.П.* Современные проблемы и перспективы улучшения лесов селекционно-генетическими методами // Лесохозяйственная информация. – 2008. – № 3-4. – С. 30-32.
5. *Лаур Н.В.* Лесная селекция и семеноводство в Карелии. – М.: Изд-во МГУЛ, 2012. – 160 с.
6. *Лаур Н.В., Царев А.П.* Из истории развития лесной селекции в Республике Карелия // Наука – лесному хозяйству Севера: сборник научных трудов. – Архангельск: СевНИИЛХ, 2019. – С. 114 – 120.
7. Лесоустроительная инструкция: Приказ Рослесхоза от 12 декабря 2011 года № 516 «Об утверждении лесоустроительной инструкции. Опубликовано 12.04.2012, изменено 11.11.2014 года. – 35 с.
8. *Милютин Л.И.* Генетико-селекционные аспекты исследования биоразнообразия древесных растений Сибири // Генетика и селекция - на службе лесу: Материалы научно-практической конференции (28-29 июня 1996 г., Воронеж). – Воронеж: НИИЛГиС, 1997. – С. 28-32.
9. *Некрасова Т.П.* Возможности использования популяционного отбора // Разработка основ систем селекции древесных пород: тезисы доклада совещания в Риге. – Рига, 1981. – Ч.1. – С. 19-21.
10. *Проказин А.Е.* Отчет о единовременной инвентаризации объектов ЕГСК РФ. – Пушкино: ФА лесного хозяйства, 2008. – 145 с.
11. *Снедекор Дж. У.* Статистические методы в применении к исследованиям в сельском хозяйстве и биологии. – М.: Изд-во сельскохозяйственной литературы, журналов и плакатов, 1961. – 480 с.
12. *Тюрин, А.В., Науменко И.М., Воротанов П.В.* Лесная вспомогательная книжка (по таксации леса) / Под общ. ред. А.В. Тюрин. – М.-Л.: Гослесбумиздат, 1956. – 532 с.
13. Указания по лесному семеноводству в Российской Федерации. – М.: Федеральная служба лесного хозяйства России, 2000. – 98 с.
14. Указания по разработке проектов организации объектов ПЛСБ на селекционной основе. – М.: Союзгипролесхоз, 1986. – 227 с.
15. *Царев А.П., Погиба С.П., Лаур Н.В.* Селекция лесных и декоративных древесных растений / под ред. А.П. Царева. – М.: МГУЛ, 2014. – 552 с.

Статья поступила в редакцию 08.07.2019 г.

Tsarev A.P., Laur N.V. Forest plus stands and criteria for their selection // Bull. of the State Nikita Botan. Gard. – 2019. – № 132. – P. 79-86.

The analysis of the state and development trends of the plus forest stands (PFS), which are an important component of the country's seed-base, is presented. The criteria for their selection are evaluated and the directions for their unification are noted. The article focuses on the influence of on the need to intensify selection of new PFS, their preferred age and the obligatory to leave protective 100-meter stripes around the PFS during main and intermediate logging are indicated, the quantitative indicators of other criteria for the selection of PFS are specified.

Key words: *plus plantations; permanent seed forest base; criteria for selection of positive plantations; forest tree species*

СЕЛЕКЦИЯ, СЕМЕНОВОДСТВО И АГРОТЕХНОЛОГИИ

УДК 633.854.78:631.53.01

DOI: 10.25684/NBG.boolt.132.2019.11

**АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ КАЧЕСТВА СЕМЯН
ПОДСОЛНЕЧНИКА В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ****Олеся Викторовна Андросова**

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Российский
сельскохозяйственный центр», 107139, г. Москва, Орликов пер., 1/11, строение 1
E-mail: rsc_androsova@mail.ru

Важнейшим условием повышения эффективности растениеводства является хорошо развитая система семеноводства. Семеноводство – отрасль сельскохозяйственной науки и сельскохозяйственного производства, призванная обеспечить хозяйства высококачественными семенами возделываемых культур. Исследования проводились на основе данных отчетов филиалов ФГБУ «Россельхозцентр» о качестве семян подсолнечника, высеянных сельхозтоваропроизводителями всех форм собственности под урожай 2008 – 2018 годов в субъектах РФ. Цель работы – изучение и анализ современного состояния посевных и сортовых качеств подсолнечника, проведенный для понимания проблем и выработки предложений по улучшению семеноводства культуры в стране, а также способствования разработке предложений по совершенствованию региональной системы семеноводства. В результате анализа выявлено, что семеноводство отечественных сортов и гибридов подсолнечника на территории всей РФ недостаточно развито, имеются низкие темпы сортосмены и сортообновления при этом структура сортового состава высеваемых семян подсолнечника в значительной степени различается по федеральным округам. Повсеместно, кроме Центрального федерального округа, а в особенности на территории Уральского и Сибирского федеральных округов значительная доля посевов занята несортвыми семенами подсолнечника. В производстве присутствует высокая доля сортовых семян массовых репродукций. В Центральном, Северо-Кавказском, Южном, Приволжском федеральных округах сев в основном ведётся семенами иностранной селекции, доля семян иностранной селекции, завозимых из-за рубежа продолжает увеличиваться, и в настоящий момент в среднем по стране практически равна 50%. Несмотря на значительное число сортов и гибридов, включенных в Государственный реестр селекционных достижений, сортовой ресурс используется недостаточно эффективно. По посевным качествам, высеваемые семена в основном некондиционные по засоренности, что говорит о недостаточной материально-технической базе семеноводческих хозяйств.

Ключевые слова: семеноводство; подсолнечник; сорта; сортовые и посевные качества

Введение

В Российской Федерации подсолнечник является основной масличной культурой. В общем объеме посевов масличных культур он занимает около 60% и широко возделывается на всей территории страны. Подсолнечник также является ценной кормовой культурой, для получения зеленой массы подсолнечник можно выращивать и в северных регионах, широко используются и отходы производства подсолнечника [8]. Подсолнечник высевается в 48 регионах Российской Федерации, крупнейшими регионами возделывания являются: Саратовская область – 17,0% от общего объема высеваемых семян, Алтайский край – 10,4%, Ростовская и Оренбургская область – 7,9% и 7,7% соответственно. Ежегодно в Российской Федерации высевается около 36 тыс. тонн семян подсолнечника, при этом, несмотря на значительное число сортов и гибридов, включенных в Государственный реестр селекционных достижений (631 ед. в 2018 г.) около 50% фактического посева семян подсолнечника в Российской Федерации приходится на 20 гибридов-лидеров. Анализ оценки сортового состава в стране необходим для понимания проблем и выработки предложений по улучшению семеноводства подсолнечника в стране.

Объекты и методы исследования

В качестве материала исследований используются данные отчетов филиалов ФГБУ «Россельхозцентр» о качестве семян подсолнечника, высеянных под урожай 2008 – 2018 годов в субъектах РФ. Определение сортовых и посевных качеств семян подсолнечника осуществляется в соответствии с требованиями ГОСТ Р 52325-2005 [2] и Инструкции по апробации сортовых посевов [5]. Семеноводство – отрасль сельскохозяйственной науки и сельскохозяйственного производства, призванная обеспечить хозяйства высококачественными семенами возделываемых культур [3]. Деятельность в области семеноводства определена Федеральным законом «О семеноводстве» от 17 декабря 1997 года № 149-ФЗ. Этим законом понятие семеноводство определено как деятельность по производству, заготовке, обработке, хранению, реализации, транспортировке и использованию семян сельскохозяйственных и лесных растений, а также сортовой и семенной контроль. Статья 25 «Закона о семеноводстве» определяет, что семена, предназначенные для посева (посадки), подлежат проверке на сортовые и посевные качества. Уставом ФГБУ «Россельхозцентр» к основным целям деятельности относится оказание государственных услуг в сфере растениеводства, в том числе семеноводства. В число основных видов деятельности Учреждения входят определение посевных и сортовых качеств семян.

Результаты и обсуждение

Семена являются носителем биологических и хозяйственных свойств растений, поэтому от их качеств зависят величина и качество урожая [7]. Основной целью семеноводства является массовое размножение сортовых семян с сохранением чистосортности и урожайных свойств. А эффективность селекционной работы непосредственно связана с организацией семеноводства [4].

Посевные качества семян – совокупность признаков, характеризующих пригодность семян для посева (посадки). К ним относятся такие показатели, как чистота, всхожесть, влажность, масса 1000 семян и др. Качество высеваемых семян подсолнечника отличается в разрезе федеральных округов. Наиболее качественные семена высеваются в Южном и Центральном федеральных округах (табл. 1).

Таблица 1

Информация о качестве семян подсолнечника, высеянного под урожай 2018 года в РФ

Субъекты Российской Федерации	Высеяно семян, тыс. тонн	Высеяно семян, тыс. тонн			доля массовых репродукций в общем объеме высева, %	Некондиционные, %			Кондиционные, %	
		ОС + ЭС	РС 1-4	F1		всего	по засоренности	по всхожести	2018 г.	2017 г.
РОССИЯ	36,7	1,3	5,9	24,6	13,4	0,5	0,3	0,0	99,5	99,2
ЦФО	6,4	0,1	0,2	6,0	1,6	0,0	0,0	0,0	100,0	99,9
СЗФО	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
ЮФО	7,5	0,4	0,7	6,1	4,0	0,0	0,0	0,0	100,0	100,0
СКФО	1,3	0,0	0,1	1,0	15,4	0,3	0,3	0,0	99,7	99,8
ПФО	16,4	0,4	3,1	10,3	15,9	0,1	0,1	0,0	99,9	99,7
УФО	0,8	0,0	0,2	0,1	62,5	19,8	12,2	0,6	80,2	91,8
СФО	4,3	0,4	1,5	1,0	32,6	1,3	1,1	0,2	98,7	95,5
ДФФО	0,0001	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0

Примечания

Здесь и далее: ОС – оригинальные семена; ЭС – элитные семена; РС1-4 – репродукционные семена с 1 по 4 поколение; F1 – гибридные семена товарного назначения (первое поколение)

По посевным качествам, высеваемые семена в основном некондиционные по засоренности, что говорит о недостаточной материально-технической базе семеноводческих хозяйств, наибольший процент таких семян в Уральском федеральном округе.

В процессе использования сорта, в силу накопления отрицательных мутаций, биологического засорения и неблагоприятных факторов среды, происходит снижение хозяйственно-полезных признаков сорта или так называемое вырождение сорта. Высокая доля оригинальных и элитных семян способствует проведению своевременного сортообновления и способствует полной реализации потенциала сорта. Наибольшая доля таких семян в Сибирском (9,3%) и Южном (5,3%) федеральных округах. Посевы в Уральском федеральном округе на 62,5% происходят семенами массовых репродукций.

Отечественный рынок семян подсолнечника, глубоко интегрирован в мировой рынок семян. Структура посевов подсолнечника говорит о высокой доле сортов иностранной селекции. Доля семян подсолнечника иностранной селекции в посевах Российской Федерации в 2018 году составила 61,3% от общего объема высева или 68,8% в объеме высева сортовых семян и продолжает увеличиваться. За последние три года доля завезенных семян подсолнечника увеличилась более чем на 11%. Остается высоким процент высева несортовых семян, порядка 11% (табл. 2).

Таблица 2

Структура высеянных семян подсолнечника в Российской Федерации в 2016-2018 гг.

показатели	2016 г.		2017 г.		2018 г.	
	тыс. тонн	%	тыс. тонн	%	тыс. тонн	%
Всего высеяно семян:	34,7	100,0	36,3	100,0	36,7	100,0
несортовых (всего)	3,1	9,0	4,0	11,0	4,0	10,9
сортовых (всего), из них:	31,6	91,0	32,3	89,0	32,7	89,1
отечественной селекции	13,0	37,5	10,7	29,6	10,2	27,8
иностранной селекции произведенные на территории РФ	5,7	16,3	6,6	18,1	4,6	12,6
иностранной селекции завезенные из-за рубежа	12,9	37,2	15,0	41,3	17,9	48,7

Однако, доля иностранной селекции в посевах подсолнечника на территории федеральных округов различна. В Центральном федеральном округе процент высева семенами иностранной селекции в общем объеме высева уже достиг 91,2%, в Северо-Кавказском федеральном округе 77,2%. В Уральском и Сибирском федеральных округах доля иностранной селекции в посевах 2018 г. соответственно 13,6% и 18,6%.

Максимальный процент использования несортовых семян в Уральском федеральном округе – 59,4% и Сибирском федеральном округе – 25,8%, тогда как в Центральном федеральном округе менее 0,5% посевов подсолнечника производится несортовыми семенами (рис. 1).

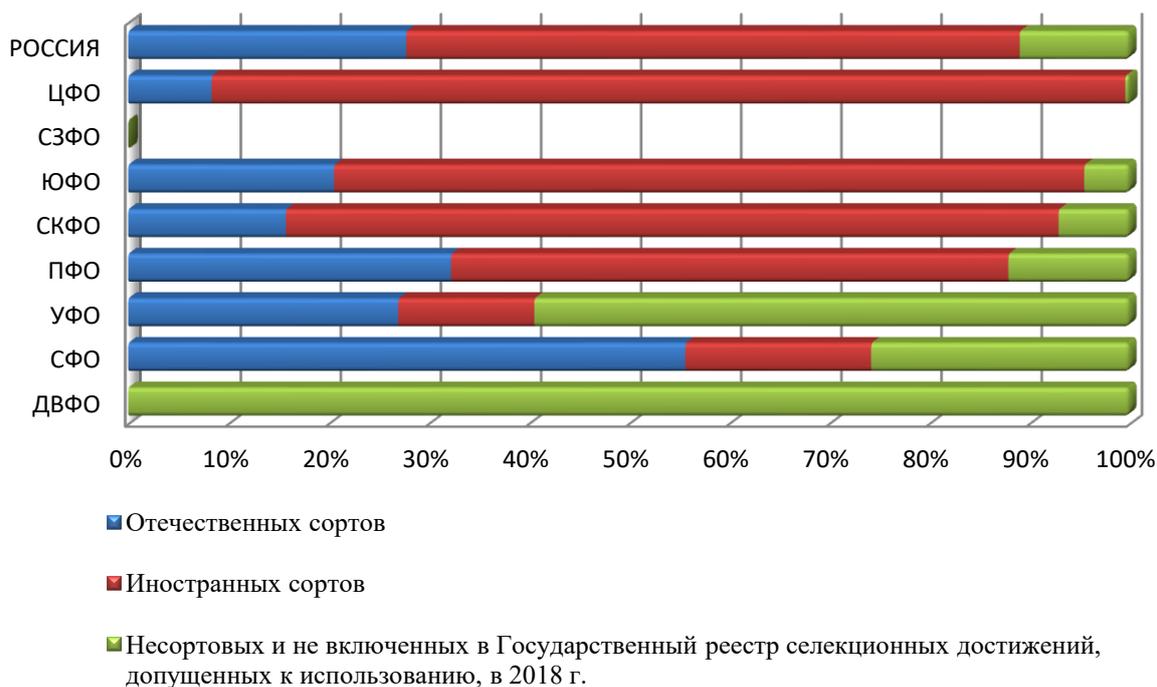


Рис. 1 Структура сортового состава подсолнечника высеянного в 2018 г по округам, %

Сортосмена предусматривает замену старых низкопродуктивных или низкокачественных сортов, выращиваемых в хозяйстве, новыми. В настоящий момент это процесс идет недостаточно эффективно. В производстве присутствует 33,9% сортов и гибридов с годом включения в Реестр до 2009 г. включительно (рис. 2).

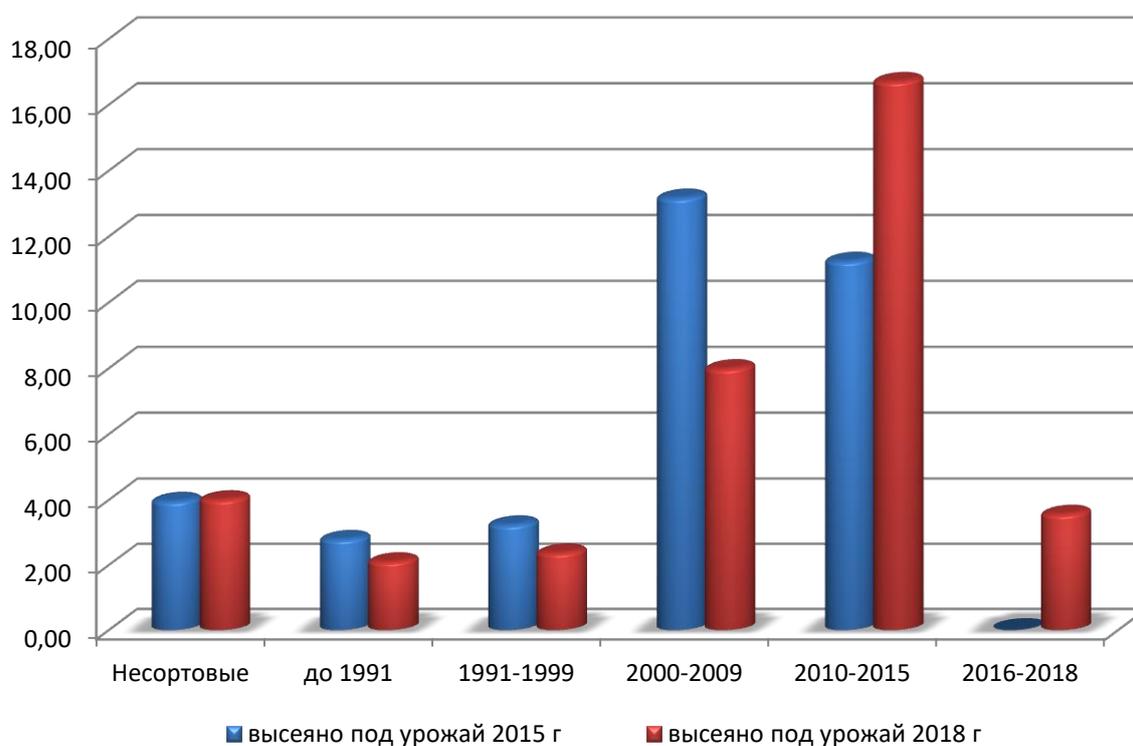


Рис. 2 Структура посевов подсолнечника в РФ по году включения сорта в Госреестр под урожай 2015 г. и 2018 г., тыс. тонн

Интенсивность регионов по сортосмене значительно изменяется в зависимости от регионов. Сильнее всего этот процесс выражен в Центральном федеральном округе, наименее выражен в Сибирском федеральном округе (рис. 3).

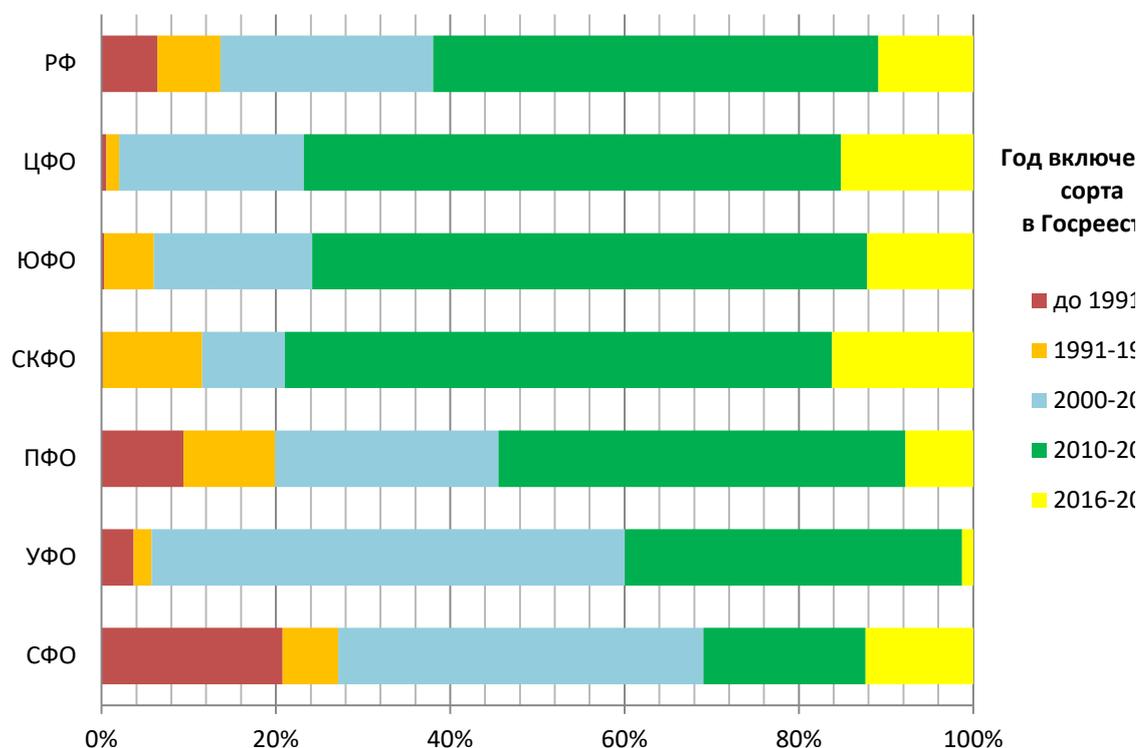


Рис. 3 Распределение федеральных округов по интенсивности сортосмены подсолнечника в 2018 г., %

В целом по Российской Федерации, несмотря на значительное число сортов и гибридов, включенных в Государственный реестр селекционных достижений (631 ед. в 2018 г.) около 50% фактического высева семян подсолнечника в Российской Федерации приходилось на 20 сортов (гибридов) – лидеров.

Несмотря на некоторое снижение объемов высева, основным сортом подсолнечника в производстве РФ остается сорт Енисей (1961). Наиболее широко сорт используется в Сибирском и Приволжском федеральных округах. Его доля в посевах подсолнечника Республики Башкортостан составила 58,2%, Алтайского края – 16,7%, и Оренбургской области 13,4%. В том числе доля высеянных массовых репродукций семян в посевах сорта Енисей в РФ составляет 18,1%. Кроме того, в Приволжском, Сибирском и Уральском федеральных округах широко используется сорт Кулундинский 1 (2002) селекции Федерального Алтайского научного центра агробιοтехнологий. Гибриды иностранной селекции вошли в десятку сортов-лидеров благодаря массовому внедрению в Европейской части России и на Севере Кавказа (рис. 4).

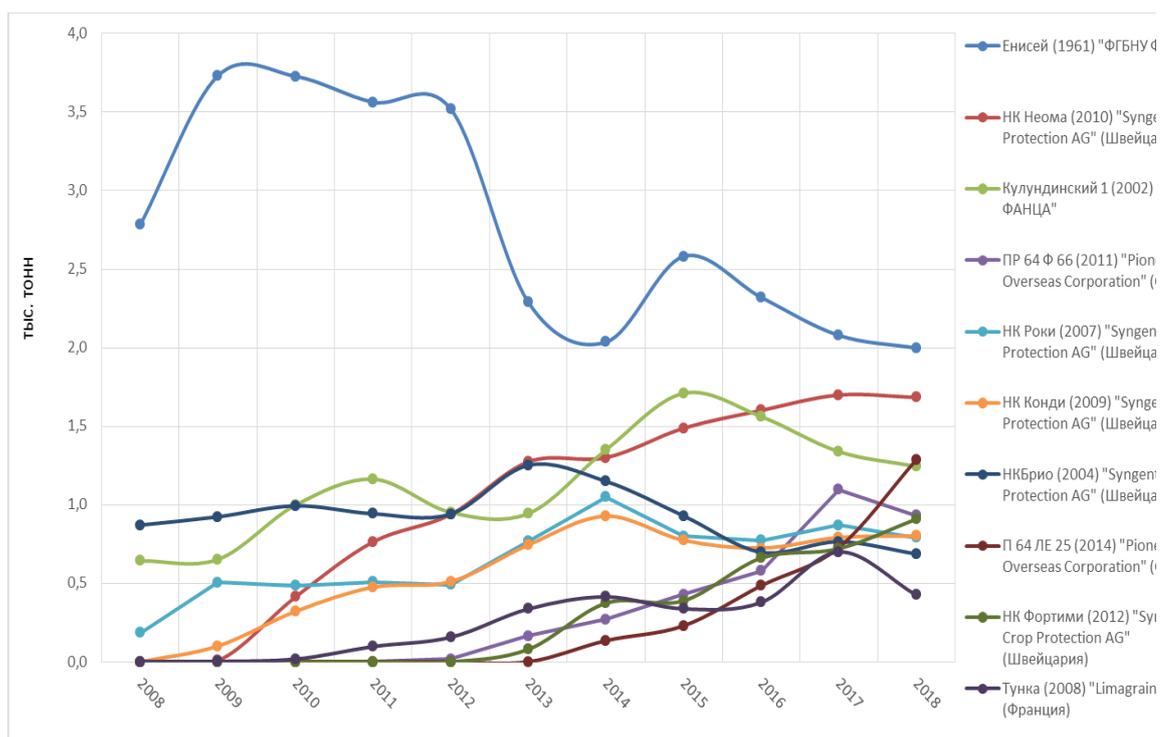


Рис.4 Сортосмена 10 сортов (гибридов) – лидеров в посевах Российской Федерации в 2008-2018 гг, тыс. тонн

Сортосмена в основном происходит за счет гибридов иностранной селекции. Однако в последнее время наметилась положительная динамика, в основном за счет сортов отечественной селекции Реванш (2015) и Джинн (2016), созданных совместно с ВНИИМК им. В.С. Пустовойта.

Таблица 4
Информация об объемах высева новых сортов (гибридов), с годом включения в Реестр 2013 – 2017, г в посевах подсолнечника в Российской Федерации в 2018 г.

Год включения сортов (гибридов) в Реестр	Высеяно в 2018 году семян			
	отечественной селекции, тонн	% к всего по году	иностранной селекции, тонн	% к всего по году
2013	56,2	2,8	1968,9	97,2
2014	66,6	6,6	943,5	93,4
2015	350,3	8,8	3628,1	91,2
2016	356,3	17,0	1740,4	83,0
2017	226,9	23,9	720,8	76,1

Из 631 сортов (гибридов) подсолнечника включенных в Государственный реестр селекционных достижений в 2018 году, в посевах находилось 105 российских.

Более 60% посевов подсолнечника осуществляется гибридами иностранной селекции, при этом 23,8% из них гибриды фирмы SYNGENTA CROP PROTECTION (Швейцария). Также лидер по объемам высева фирма PIONEER OVERSEAS CORPORATION (США) – 12,9% (табл. 3).

Таблица 3

**Ведущие компании-производители семян подсолнечника на Российском рынке в 2018 г,
по фактическому высеву в 2018 г.**

Оригинатор	Всего, тонн	%, от общего объема высева	кол-во фактически высеваемых гибридов/сортов
SYNGENTA CROP PROTECTION (Швейцария)	8745,1	23,8	39
PIONEER OVERSEAS CORPORATION (США)	4741,0	12,9	21
ФГБНУ "Федеральный Алтайский научный центр агробиотехнологий"	3254,8	8,9	3
LIMAGRAIN EUROPE (Франция)	2424,4	6,6	27
ФГБНУ "ВНИИ масличных культур имени В.С. Пустовойта"	1782,0	4,9	35
EURALIS SEMENCES (Франция)	1617,3	4,4	34
MAISADOUR SEMENCES S.A. (Франция)	1160,6	3,2	28
ФГБНУ "Донская опытная станция имени Л.А. Жданова ВНИИ масличных культур имени В.С. Пустовойта"	895,1	2,4	23
ООО "Агроплазма"	792,5	2,2	22
ООО "Богучарская с/х селекционно-семеноводческая фирма ВНИИ масличных культур"	671,5	1,8	6

Выводы

Семеноводство подсолнечника отечественной селекции в Российской Федерации имеет ряд существенных проблем.

По посевным качествам, высеваемые семена в основном некондиционные по засоренности, что свидетельствует о недостаточной материально-технической базе семеноводческих хозяйств.

Структура сортового состава высеваемых семян подсолнечника в значительной степени различается по федеральным округам.

В Центральном, Северо-Кавказском, Южном, Приволжском федеральных округах сев в основном ведётся семенами иностранной селекции. В Уральском и Сибирском федеральных округах значительная доля посевов занята несортовыми семенами.

В Южном, Центральном и Северо-Кавказском федеральном округах быстрее происходит процессы сортосмены и сортообновления. В целом в производстве в значительной степени присутствуют сорта старой селекции.

Отечественный рынок семян подсолнечника все больше становится импортозависимым. Имеющиеся темпы сортосмены и сортообновления недостаточны. Необходимо предпринять меры по улучшению селекции и семеноводства подсолнечника. В том числе этому будет способствовать создание адаптивной селекции и зон семеноводства с соблюдением норм пространственной изоляции на территории РФ.

Список литературы

1. Государственный реестр селекционных достижений допущенных к использованию. Т. 1. Сорты растений: официальное издание / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации и ФГБУ «Госсорткомиссия». – М., 2018. – 504 с.

2. ГОСТ Р 52325-2005. Семена сельскохозяйственных растений. Сортовые и посевные качества. Общие технические условия. – Введ. 2006-01-01. – М., 2005. – 19 с.
3. ГОСТ 20081-74. Семеноводческий процесс сельскохозяйственных культур. Основные понятия. Термины и определения. – Введ. 1974-08-16. – М., 1974. – 29 с.
4. Гуляев Г.В. Научные основы семеноводства полевых культур. – М., 1970. – 46 с.
5. Инструкция по апробации сортовых посевов. Часть 1. – Утверждена научно-техническим советом Минсельхозпрода России 21 июня 1994 г., № 14. – М., 1996. – 83 с.
6. Российская Федерация. Законы. О семеноводстве. № 149-ФЗ: федеральный закон [принят Гос. Думой 12 декабря 1997 г.: одобр. Советом Федерации 3 декабря 1997 г.]. – М., 1997.
7. Ступинин А.С. Основы семеноведения: учебное пособие. – СПб.: Лань, 2014. – 384 с.
8. Частная селекция полевых культур: учебник / Под ред. В.В. Пыльнева. – СПб.: Лань, 2016. – 544 с.

Статья поступила в редакцию 21.05.2019 г.

Androsova O.V. Analysis of a modern condition of sunflower seeds' quality in the Russian Federation // Bull. of the State Nikita Botan. Gard. – 2019. – № 132. – P. 87-94.

A well-developed system of a seed production is the most important condition for efficiency increasing of a crop production. Seed growing is a branch of the agricultural science and agricultural production, that is aimed to provide the economy with high-quality seeds of cultivated crops. The research was carried out on the basis of the data from the reports of some branches of Russian Agricultural Center on the quality of sunflower seeds, which were sown by the agricultural producers of all forms of ownership for 2008–2018 harvest in the constituent entities of the Russian Federation. The goal of research is to study and analyze the current state of sowing and varietal qualities of sunflower, which was carried out to understand the problems and develop proposals for seed culture improving in the country, as well as facilitating the development of proposals for the regional seed production system improving. As a result of the analysis, it was revealed that seed production of domestic varieties and hybrids of sunflower throughout the Russian Federation was not sufficiently developed, there were low rates of variety change and variety renewal, while the structure of the varietal composition of sunflower seeds sown, largely differed by the Federal Districts. Everywhere, except Central Federal District, and especially on the territory of Ural and Siberian Federal Districts, a significant proportion of the crops are occupied by off-grade sunflower seed. In the production, there is a high proportion of high-quality seeds of mass reproductions. In Central, North Caucasus, Southern, Volga Federal Districts, sowing is mainly conducted by seeds of foreign selection: the proportion of seed of foreign selection, which were imported from abroad, continues to increase, and at present, the country average foreign seed proportion is almost 50%. Despite the significant number of varieties and hybrids, which are included in the State Register of Breeding Achievements, the varietal resource is not used efficiently enough. As for sowing qualities, the sowed seed is mostly substandard due to contamination, which indicates an insufficient financial and technical base of seed farms.

Key words: *seed-growing; sunflower (*Helianthus annuus L.*) variety; varietal and sowing qualities of seeds*

УДК 631.531.011:635.1/7

DOI: 10.25684/NBG.boolt.132.2019.12

БИОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА КАЧЕСТВА СЕМЯН ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР

Алексей Васильевич Солдатенко, Фархад Багадыр оглы Мусаев

ФГБНУ Федеральный научный центр овощеводства, Московская область, 143080,

Одинцовский район, пос. ВНИИССОК, Селекционная, 14

Email: vniissok@mail.ru, musayev@bk.ru

Современный уровень развития технологий и рост семенного рынка требует применения эффективных инструментальных методов анализа качества семян отличающихся от стандартных, большей информативностью и сохранностью анализируемых семян. В совместной работе сотрудников ФНЦ овощеводства, Агрофизического НИИ и СПб государственного электротехнического университета впервые проведены масштабные работы по рентгенографии семян овощных культур. Также впервые была применена цифровая компьютерная морфометрия на семенах овощных культур. Показаны возможности методов в определении внешне различимых качественных характеристик семян. Приводимые современные инструментальные методы могут быть успешно применены в деле семенного контроля, как существенное дополнение к стандартным методам.

Ключевые слова: *качество семян; всхожесть; рентгенография; дефекты; морфометрия семян; форма семян; овощи*

Введение

Качество семян в условиях рыночной экономики затрагивает взаимные интересы как правообладателей сортов растений, так и производителей и потребителей семян. В Российской Федерации введена сертификация семян и посадочного материала - более широкое понятие, чем традиционный сортовой и семенной контроль, являющийся важнейшей составной частью. Кроме него, сертификация семян дополнительно включает охрану интеллектуальных прав на сорта сельскохозяйственных растений, защиту интересов потребителя от недобросовестных производителей и распространителей семян, проведение выборочного инспекционного контроля, оказание информационного содействия потребителям в компетентном выборе семян с высокими сортовыми и посевными качествами. Современной отечественной наукой эти вопросы разработаны не полностью.

Семена сельскохозяйственных растений производимые, привозимые, поступающие в оборот должны пройти обязательную сертификацию. В нашей стране эта функция возложена на ФБУ Россельхозцентр [7]. Оценка посевных качеств семян проводится, в основном, стандартными морфометрическими методами [3,4,5]. Стандартные методы анализа качества семян отличаются своей конкретностью. В то же время современный уровень земледелия предъявляет повышенные требования к качеству семян [14]. Необходимо использовать инструментальные методы анализа качества семян, отличающихся большей информативностью и быстротой исполнения. Инструментально - биофизические методы позволяют выявить недостатки внутренней структуры семян путем получения новой информации об их качестве. Одним из таких методов является микрофокусная рентгенография семян, позволяющая визуализировать внутреннюю структуру семян. Семена овощных культур системному рентгенографическому анализу ранее не подвергались, были лишь пробные, фрагментарные работы. В совместной работе ВНИИ селекции и семеноводства овощных культур (ныне ФГБНУ Федеральный научный центр овощеводства) Санкт-

Петербургского государственного электротехнического университета и Агрофизического научно-исследовательского института разработан метод рентгенографии семян овощных культур и проведены системные исследования [1, 15, 11].

Другим перспективным инструментальным методом в семенном контроле является цифровая морфометрия семян. Известно, что форма семян является наиболее ярким внешним параметром их качества. По форме семян можно определить их выполненность, объем зародыша и запасающей ткани. Путем автоматического измерения линейных параметров семян, определяется их форма, по которой можно судить о качестве, полноценности семян.

Материал и методы исследований

Объектом исследований явились семена различных овощных культур. Материал для исследований – разнокачественные семена более 300 образцов различных видов овощных культур из 11 ботанических семейств. Работа проведена на базе трех НИУ: ФНЦ овощеводства, Агрофизического НИИ и СПб государственного электротехнического университета.

Рентгенографический анализ качества семян проведен согласно «Методике рентгенографического анализа качества семян овощных культур» [9]. Цифровая морфометрия семян проведена с использованием программного обеспечения «ВидеоТест-Морфология» («Argus-BIO») [16]. *Цифровые изображения семян были получены с использованием планшетного сканера HP Scanjet 200.*

Техническими средствами для исследований явились: передвижная рентгенодиагностическая установка ПРДУ-2, рентгеновский микроскоп РМ-1, радиовизиограф DIGORA (рис. 1), профессиональный фотоаппарат CANON-5D с макрообъективом CANON-100.

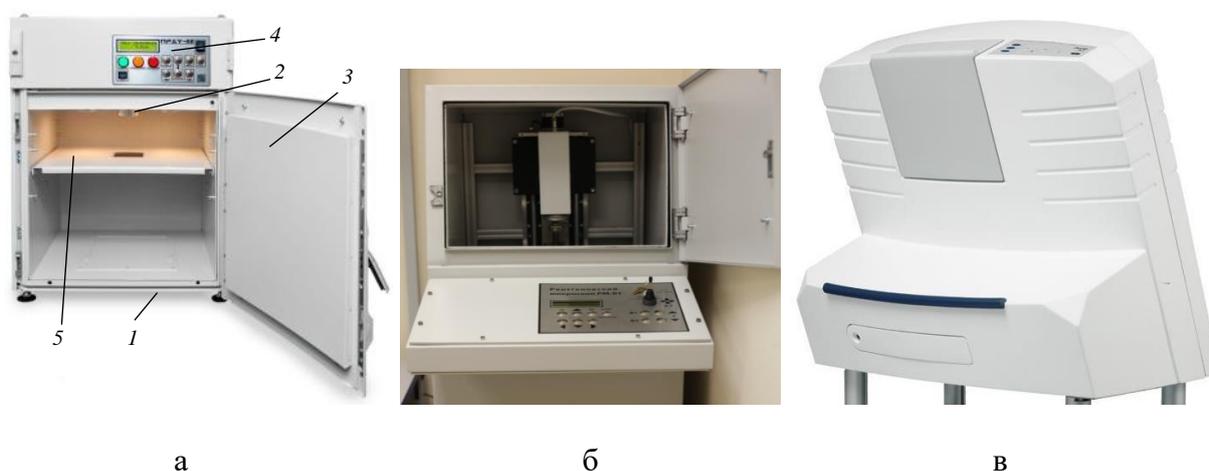


Рис. 1 Аппаратура для рентгенографии семян кафедры электронных приборов и устройств СПбГЭТУ-ЛЭТИ: а) ПРДУ-2, б) РМ-1, в) сканер DIGORA

Цифровая морфометрия семян проведена с использованием серийного программного обеспечения «ВидеоТест-Морфология» («Argus-BIO»), производства ООО «АргусСофт», г. Санкт-Петербург (<http://argussoft.org>).

Цифровые изображения семян были получены с использованием цифрового планшетного сканера HPScanjet 200, формат сохраняемых файлов - TIFF. Алгоритм программной обработки цифровых изображений семян включает следующие основные операции: калибровка (привязка к реальным размерным величинам), выделение области интереса, автоматическое пороговое выделение объектов интереса (семян) по

цвету или яркости, автоматическое измерение выделенных объектов интереса, экспорт таблицы измерений в программу MSExcel.

Результаты и обсуждение

Принцип рентгенографического анализа основан на свойстве различных по плотности и толщине частей семени в разной степени поглощать рентгеновское излучение. Это свойство позволяет отличить на рентгенограммах семенную кожуру, структуру зародыша, эндосперм, а также поврежденные и недостающие участки внутренней структуры семян [13].

Семена овощных культур системному рентгенографическому анализу ранее не подвергались, поэтому экспериментальным путем подобраны режимы съемки (напряжение в трубке, сила тока в трубке и экспозиция съемки) для каждой размерной группы семян.

Посредством анализа многочисленных рентгенограмм семян различных видов овощных культур выявлены, идентифицированы, и классифицированы основные дефекты и недостатки внутренней структуры семян овощных культур, имеющие важное хозяйственно-биологическое значение и определяющие их качество [2, 8] (рис. 2):

- невыполненность зародыша или эндосперма в различной степени,
- внутренняя травмированность,
- заселенность и поврежденность насекомыми-вредителями,
- внутреннее (скрытое) прорастание,
- морфометрические изменения внутренней структуры, связанные со снижением жизнеспособности семян инбредных потомств или возрастом.

Метод оказался в равной степени эффективным как для анализа крупных семян, так и мелких. Например: крупные семена бобовых овощных культур подвержены к повреждению грызущих насекомых-вредителей, а также - механическим травмам при доработке; мелкие семена майорана, Melissa, базилика и др. часто не вызревают в неблагоприятных условиях, питательная ткань недоформировывается.

Метод рентгенографии семян оказался эффективным при анализе свежесобраных семян, когда они находятся в состоянии покоя и показатели всхожести сильно занижены. Семена овощных культур семейства Сельдерейных (морковь, сельдерей, петрушка, пастернак, фенхель, тмин, кориандр) обладают ярко выраженным периодом покоя. Только по степени выполненности семян, степени созревания и наличию внутренних дефектов, можно судить об их пригодности для посева.

Проращивание семян шпината, спаржи и др. культур в лабораторных условиях затруднено из-за грубой и толстой семенной оболочки, в связи с длительностью процесса и высокими требованиями к условиям тепло- и влагообеспеченности. Рентгенографический анализ семян в таких случаях наиболее предпочтительный.

Метод наиболее показателен на семенах с жесткой оболочкой, когда внутренние пустоты семян не заметны по внешнему контуру семян, то есть оболочка не облегает внутреннее содержимое семян. Это мелкие семена представителей семейства Яснотковых (базилик, Melissa, майоран), более крупные семена спаржи, шпината, артишока и др.

Метод наиболее показателен на семенах с жесткой оболочкой, когда внутренние пустоты семян не заметны по внешнему контуру семян, то есть оболочка не облегает внутреннее содержимое семян. Это мелкие семена представителей семейства Яснотковых (базилик, Melissa, майоран), более крупные семена спаржи, шпината, артишока и др.

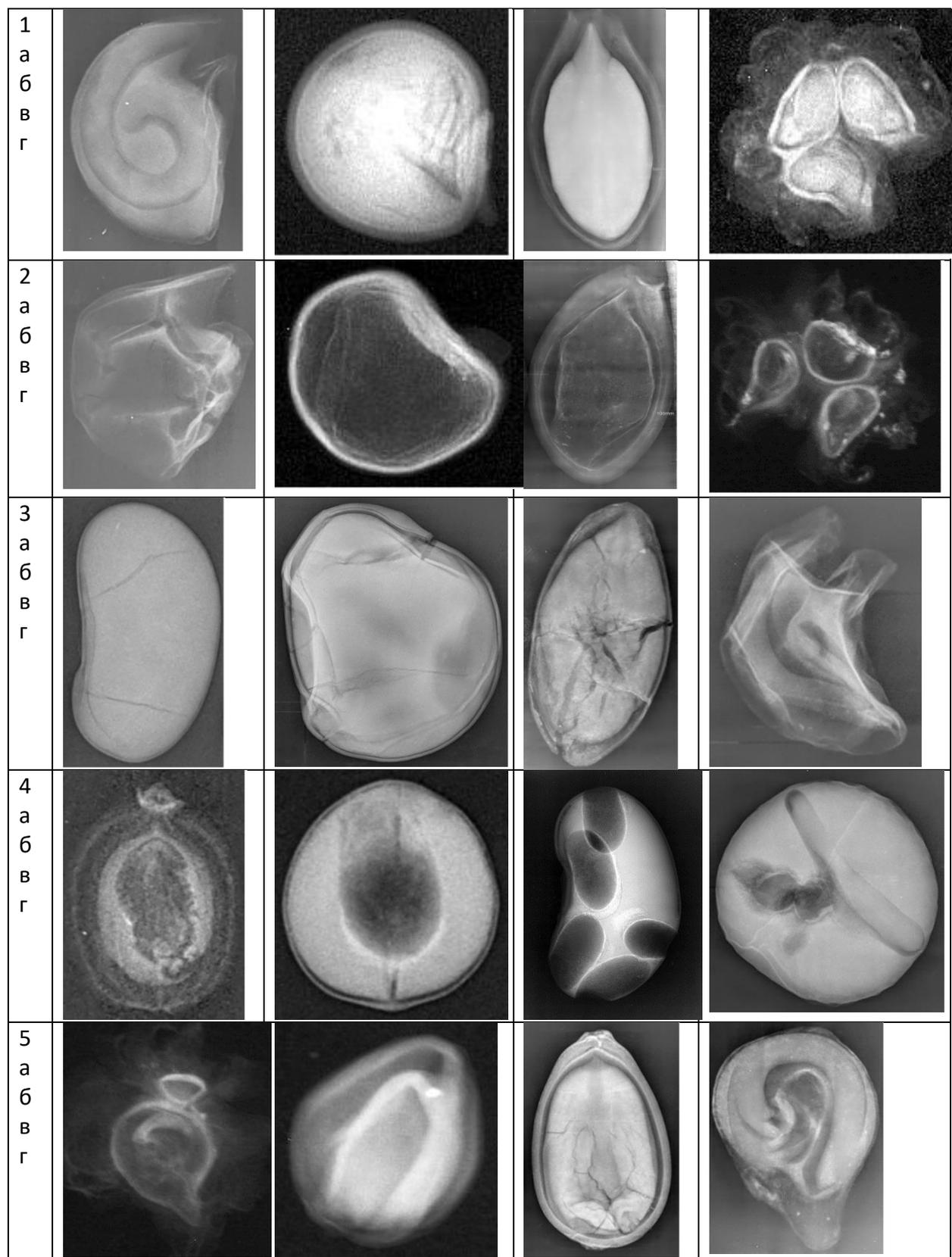


Рис. 2 Примеры различных рентгенографических признаков семян овощных культур: 1) нормальные - а) лук, б) баклажана, в) кабачок, г) свёкла; 2) невыполненные - а) лук, б) баклажана, в) кабачок, г) свёкла; 3) травмированные - а) фасоль, б) горох, в) огурец, г) лук; 4) поврежденные – а) пастернак, б) горох, в) фасоль, г) спаржа; 5) морфометрические изменения – а) свёкла, редис, артишок, томат

Еще одним направлением наших исследований явилась цифровая компьютерная морфометрия семян. Фирмой «Argus-BIO» (Санкт-Петербург) разработан новый морфометрический метод анализа цифровых сканированных изображений семян с использованием серийного программного обеспечения «ВидеоТест-Морфология». Морфометрией семян в связи с их хозяйственно-биологическим значением занимались в прошлом [6]. Однако ввиду трудоемкости процесса ручной морфометрии, эти работы широкого развития не нашли. Нами впервые цифровая морфометрия применена в отношении семян овощных культур [10, 12]. Новая программа полностью лишена субъективизма, исключает ошибки оператора, существенно ускоряет время анализа и прибавляет новые параметры оценки исследуемого материала. В таблице 3 приведен пример морфометрического анализа экологически разнокачественных семян фасоли, где с помощью программы дается оценка по десяти линейным параметрам семян и партия делится на размерные классы (рис. 3).

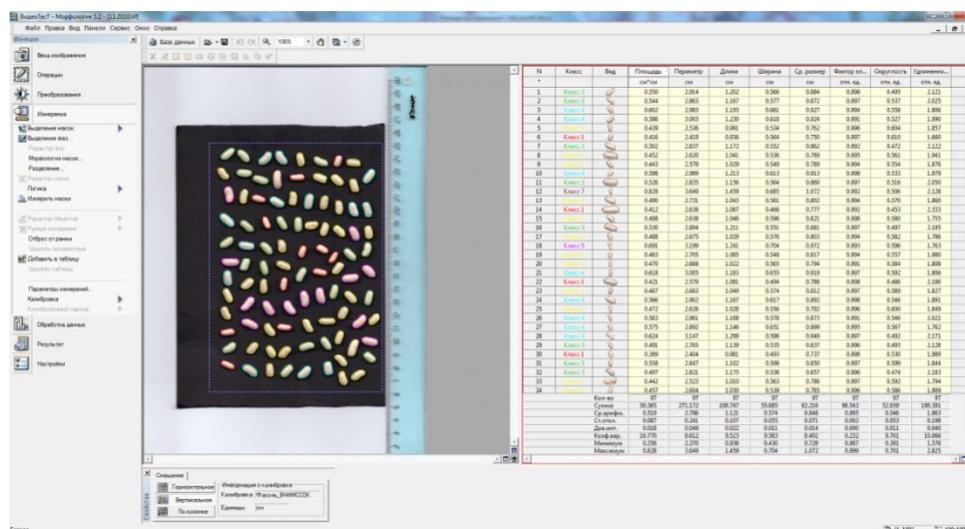


Рис. 3 Интерфейс программы «ВидеоТест-Морфология», («Argus-BIO»)

Статистический анализ массива данных (табл. 1), показал, значительную вариацию морфометрических параметров - площади проекции, ширины и длины семян 17,8; 8,1 и 11, 5 %, соответственно. Следует отметить, что бóльшую вариацию показывает признак «ширина семян» (11,5 и 10,8%), обладающий почти два раза меньшими значениями (0,63...0,66 см), чем их длина (1,16...1,20 см). Следовательно, выполненность и вызреваемость семян в основном идет за счет роста ширины и толщины семян. Форма семян, определяемая параметрами «округлость» и «удлиненность», в разные годы испытания изменилась незначительно.

Таблица 1

Изменчивость линейных параметров семян фасоли овощной

Параметры Годы	Площадь, см ²		Длина, см		Ширина, см		Округлость, относ.ед.		Удлиненность, относ.ед.	
	2010	2011	2010	2011	2010	2011	2010	2011	2010	2011
\bar{X}	0,59	0,64	1,16	1,20	0,63	0,66	0,57	0,58	1,85	1,84
S	0,105	0,102	0,094	0,094	0,073	0,071	0,023	0,032	0,096	0,126
C _v , %	17,8	15,9	8,1	7,8	11,5	10,8	3,9	5,5	5,2	6,9

Матриказально-разнокачественные семена укропа и пастернака, собранные из разных порядков ветвления семенного растения, также показали морфологическое

различие. Анализ данных цифровой морфометрии показал, что наиболее крупные семена каждый год получены с побегов первого порядка ветвления, которые лучше питаются, раньше завязываются и полнее вызревают (рис. 4).



Рис. 4 Морфометрические параметры матрикально-разнокачественных семян укропа, 2015-2017 годы

Большую трудность составляет измерение линейных размеров мелких семян. Среди овощных таковыми являются многие зеленные и пряновкусовые культуры. Нами проведена настройка программы на анализ мелких семян путем тщательного подбора режимов и фона для сканирования и проанализированы в пробном порядке семена пяти партий разнокачественных семян двурядника тонколистного сорта Терция. Размер семян (площадь проекции) среднем составляет около 1 мм² (таблица 2). Однако даже такие «микроскопические» семена по линейным размерам достоверно отличаются между партиями (табл. 5), что позволяет использовать программу для морфометрического анализа разнокачественности мелких семян.

Таблица 2

Линейные параметры разнокачественных семян двурядника

№№ образцов	Площадь, мм ²		Периметр, мм		Длина, мм		Ширина, мм	
	Среднее значение	Довер. интервал	Среднее значение	Довер. интервал	Среднее значение	Довер. интервал	Среднее значение	Довер. интервал
1	1,074	0,026	3,771	0,048	1,416	0,020	1,023	0,015
2	0,911	0,019	3,458	0,039	1,303	0,015	0,932	0,011
3	0,927	0,016	3,479	0,032	1,285	0,013	0,974	0,011
4	0,981	0,022	3,593	0,040	1,341	0,017	0,988	0,014
5	0,888	0,021	3,411	0,042	1,275	0,016	0,934	0,014

Следует отметить, что в данном случае (при работе с мелкими семенами) альтернативы цифровому анализу нет, поскольку механическое измерение тут не представляется возможным.

Заключение

Традиционные, стандартные методы анализа качества семян хотя и категоричны, но длительны в исполнении, трудоемки и малоинформативны. Современный уровень развития технологий и роста семенного рынка требует применения новых инструментальных информативных методов анализа качества семян. Разрабатываемые нами инструментальные методы от стандартных выгодно отличаются

информативностью, быстротой и легкостью исполнения, сохранностью анализируемой партии семян, что очень важно при работе малой партией семенного материала. Рентгенография семян и цифровая компьютерная морфометрия успешно могут быть применены для анализа качества семян овощных культур как существенное дополнение применяемым стандартным методам.

Список литературы

1. *Архипов М.В., Гусакова Л.П., Алферова Д.В.* Рентгенография растений при решении задач семеноведения и семеноводства // Изв. Санкт-Петербург. гос. аграрного университета. – 2011. – № 22. – С. 336–341.
2. *Бухаров А.Ф., Балеев Д.Н., Мусаев, Ф.Б.* Мягколучевая рентгеноскопия – эффективный способ выявления пустосемянности овощных зонтичных культур // Пермский аграрный вестник. – 2015. – №1. – С. 6-11.
3. ГОСТ 12042–80. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения массы 1000 семян. – М., 1980.
4. ГОСТ 12041–82. Семена сельскохозяйственных культур. Метод определения влажности (с изм. № 1). – М., 1982.
5. ГОСТ 12038–84. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести. — М. : Изд-во стандартов, 1985. – 58 с.
6. *Макрушин Н.М.* Основы гетеросперматологии. – М., 1989. – 288 с.
7. *Малько А.М.* Основы сертификации семян сельскохозяйственных растений и ее структурные элементы / Изд. 2-е, доп. и перераб. – М.: РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, 2010. – 335 с.
8. *Мусаев Ф.Б., Архипов М.В., Потрахов Н.Н.* Анализ качества семян овощных культур методом рентгенографии // Известия ТСХА. – 2014. – №4. – С. 18-27.
9. *Мусаев Ф.Б., Потрахов Н.Н., Архипов М.В.* Рентгенография семян овощных культур. – СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2016. – 207 с.
10. *Мусаев Ф.Б., Прияткин Н.С., Архипов М.В., Щукина П.А., Бухаров А.Ф., Иванова М.И.* Цифровая морфометрия разнокачественности семян овощных культур // Картофель и овощи. – 2018. – №6. – С. 35-37.
11. *Мусаев Ф.Б.* Научно-практические аспекты совершенствования контроля качества семян овощных культур. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора с.-х. наук по специальности 06.01.05 – селекция и семеноводство сельскохозяйственных растений. – М.: ФНЦО, 2018. – 50 с.
12. *Мусаев Ф.Б., Солдатенко А.В., Балеев Д.Н., Прияткин Н.С., Щукина П.А.* Исследование разнокачественности семян овощных культур с использованием компьютерного анализа изображений// Агрофизика. – 2019. – № 1. – С. 38-44.
13. *Потрахов Н.Н.* Метод и особенности формирования теневого рентгеновского изображения микрофокусными источниками излучения // Вестник новых мед. технологий. – 2007. – Т. 14, № 3. – С. 167–169.
14. *Солдатенко А.В.* Координация семеноводства в странах СНГ // Овощи России. – 2018. – № 1 (39). – С. 61-62.
15. *Arkhipov M.V., Priyatkin N.S., Zhuravleva E.V.* A comprehensive approach to studies of the problem of inhomogeneity of seeds by biophysical methods// Science. Information. Spirit XVIII International Scientific Congress: bioelectrography. – 2014. – P. 19–20.
16. <http://argussoft.org>

Статья поступила в редакцию 24.07.2019 г.

Soldatenko A.V., Musaev F.B. Biophysical methods of the analysis of the quality of vegetable seeds // Bull. of the State Nikita Botan. Gard. – 2019. – № 132. – P. 95-102.

The modern level of technology development and seed market growth demand application of effective instrumental analytical methods of seeds' quality, which differ from standard ones for a better informational content and safety of the analyzed seeds. In collaboration of the employees of Federal Scientific Vegetable Center, Agro-physical Scientific Research Institute and St. Petersburg State Electro-technical University the extensive works on X-ray radiography of vegetable seeds were carried out for the very first time. Also the digital computer morphometric research of vegetable seeds was applied for the first time. The possibilities of the methods in definition of outwardly distinctive qualitative criterion of seeds were shown. The given modern instrumental methods can be successfully applied in a seed monitoring as a significant addition to standard ones.

Key words: *quality of seeds; viability; X-ray; defects; morphometric research of seeds; form of seeds; vegetables*

УДК 633.111./631.527

DOI: 10.25684/NBG.boolt.132.2019.13

ПРЕБРИДИНГОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПШЕНИЦЫ МЯГКОЙ ПО ПОВЫШЕНИЮ УСТОЙЧИВОСТИ К БИОТИЧЕСКИМ И АБИОТИЧЕСКИМ СТРЕССАМ В НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЕ РФ

**Сергей Иванович Воронов, Инна Федоровна Лапочкина,
Людмила Александровна Марченкова, Ольга Викторовна Павлова,
Раиса Федоровна Чавдарь, Татьяна Григорьевна Орлова**

Федеральный Исследовательский Центр «Немчиновка» - 143026, Московская обл.,
Одинцовский район, рп Новоивановское, ул. Агрохимиков, 6
E-mail: vsi08@mail.ru

В статье дается ретроспективный и современный обзор направлений исследований лаборатории генетики ФИЦ «Немчиновка» по улучшению пшеницы мягкой к грибным болезням с использованием интрогрессивных линий пшеницы мягкой, полученных с участием видов *Aegilops speltoides*, *Ae. triuncialis*, *T. kiharae* и *S. cereale*. Этапы исследований условно поделены на три периода. Первый период (с 1980 по 1996 гг.) связан с разработкой теоретических основ управления рекомбинационными процессами в мейозе у отдаленных гибридов пшеницы, изучением закономерностей формообразовательного процесса при использовании облучения пыльцы доноров и созданием оригинальной коллекции линий пшеницы мягкой яровой и озимой с добавленными хромосомами вида *Aegilops speltoides*, линий с замещениями и транслоцированных форм с генетическим материалом *Ae. triuncialis*, *T. kiharae* и *S. cereale*. Второй период (с 1996 по 2009 гг.) связан с цитологическим и генетическим изучением созданной коллекции по признакам устойчивости к мучнистой росе и бурой ржавчине, а также другим хозяйственно-ценным и морфологическим признакам и созданием селекционных линий (вторичного улучшенного генофонда пшеницы). Третий период (с 2009 по настоящее время) характеризуется созданием конкурентоспособных селекционных линий – прототипов сортов с групповой устойчивостью к грибным болезням, в том числе и к опасному карантинному заболеванию – стеблевой ржавчине расе Ug99 с использованием маркер-вспомогательной селекции. Предпринята попытка оценить продвинутый селекционный материал пшеницы яровой к абиотическому стрессу – затоплению семян. Выделены генотипы, способные противостоять водному стрессу.

Ключевые слова: *пшеница; сородичи пшеницы; облучение пыльцы; бурая и стеблевая ржавчина; мучнистая роса; гены устойчивости; водный стресс*

Введение

Современные сорта пшеницы мягкой, районированные в Нечерноземной зоне РФ, обеспечивают высокий сбор зерна при возделывании по интенсивной и полунтенсивной технологиям, но требуют 2 – 3-кратной обработки фунгицидами во время вегетации. Для снижения пестицидной нагрузки на агроценозы необходимы

сорта, устойчивые к наиболее распространенным заболеваниям в зоне: мучнистой росе, бурой и стеблевой ржавчине, септориозу. Успешное создание таких сортов пшеницы в значительной мере зависит от двух главных моментов: генетического разнообразия по селективируемым признакам и доступности этого разнообразия для улучшаемой культуры. Основным источником почти всех новых и полезных генов для пшеницы, особенно в плане устойчивости к биотическим и абиотическим стрессам являются чужеродные виды – сородичи пшеницы различного происхождения. Однако путь от первых скрещиваний улучшаемого сорта до создания нового конкурентоспособного генотипа может составлять десятилетия, особенно в тех случаях, когда донорский вид имеет другое число хромосом и геномный состав. Чужеродные гены становятся по-настоящему доступными для селекции только после «консервации» их в геноме пшеницы в виде транслоцированных, замещенных или дополненных участков и хромосом. Использование интрогрессивных линий пшеницы мягкой из коллекции «Арсенал», полученных с использованием гамма-облученной пыльцы видов *Aegilops speltoides*, *Ae. triuncialis*, *T. kiharae* и *S. cereale* и представленных яровыми и озимыми формами, может в значительной мере ускорить процесс создания улучшенных генотипов пшеницы. В образцах коллекции «законсервирована» генетическая изменчивость перечисленных видов по морфологическим, биохимическим и другим свойствам, а также по устойчивости к различным заболеваниям пшеницы (бурая, желтая и стеблевая ржавчина, мучнистая роса, темно-бурая пятнистость, фузариоз колоса).

Цель настоящего сообщения – ретроспективный обзор результатов многолетних исследований по улучшению пшеницы мягкой за период с 1980 по настоящее время в лаборатории генетики в ФИЦ «Немчиновка».

Первый, самый трудоемкий и длительный этап исследований относится к 1980 – 1996 годам, когда были разработаны теоретические и методологические основы управления рекомбинационными процессами в мейозе у межвидовых и межродовых отдаленных гибридов, полученных с использованием генотипов-стимуляторов гомеологичной конъюгации хромосом (*ph1b*-мутанта, образцов *Aegilops speltoides* – к-389, к-205, к-452) и гамма-облучения пыльцы доноров малыми, средними и высокими дозами радиации [3, 4, 9]. Было обнаружено стимулирующее действие доз облучения (0,75 – 1,5 кР) на завязываемость зерен при межвидовой гибридизации, частоту выживаемости гибридных растений и возможность управления процессом спаривания хромосом в мейозе в F1M1 при облучении пыльцы отцовского компонента скрещивания. Было установлено, что интрогрессия генов доноров при облучении их пыльцы может происходить несколькими путями: через индукцию гомеологического спаривания хромосом и рекомбинацию генов; через асимметричное слияние гамет; и через трансформацию (перенос отдельных генов или небольших их блоков). К этому же периоду относится формирование оригинальной цитогенетической коллекции «Арсенал» из яровых и озимых линий с добавленными хромосомами вида *Ae. speltoides*, а также интрогрессивных линий с генетическим материалом видов *Ae. triuncialis*, *T. kiharae* и *S. cereale* [5].

Второй этап пребридинговых исследований (1996 – 2009) связан с цитогенетическим изучением линий коллекции «Арсенал» и их использованием в улучшении пшеницы мягкой по признакам устойчивости к мучнистой росе и бурой ржавчине. В процессе изучения выделены доноры с идентифицированными генами устойчивости к бурой ржавчине и мучнистой росе. Установлено, что длительная устойчивость к бурой ржавчине у образцов коллекции контролируется полигенно и обусловлена сочетанием генов ювенильной устойчивости с генами устойчивости взрослого растения [6]. У образца к-62904 идентифицирован новый ген устойчивости к мучнистой росе *Pm32*, который занесен в Каталог генных символов пшеницы [12, 13]. С

использованием выделенных доноров устойчивости к болезням, повышенного числа колосков в колосе, высокого содержания белка и клейковины в зерне создан вторичный рекомбинантный генофонд, который не только пополнил коллекцию «Арсенал» новыми образцами с комплексом хозяйственно-ценных признаков, но и послужил созданию конкурентоспособных селекционных линий пшеницы яровой и озимой. Линии коллекции активно используются и в фундаментальных исследованиях. В частности, для локализации генов устойчивости к бурой ржавчине в геноме пшеницы и для создания изогенных линий-доноров устойчивости, а в также генетических исследованиях формы колоса и опушения листа. Сотрудниками ИЦИГ СОРАН выявлены новые гены спельтоидности G^S , опушения листа $HL2^{aesp}$ и мягкозерности $Ha-Sp$, проводятся направленные исследования качества зерна интрогрессивных линий [10, 11, 14].

Начало третьего этапа улучшения пшеницы по времени связано с проведением в 2009 году Международного технического совещания BGRI (Borlaug Global Rust Initiative) под руководством лауреата Нобелевской премии Н. Борлауга, который был обеспокоен появлением опасной и агрессивной расы стеблевой ржавчины Ug99 в Уганде. Раса быстро распространялась по африканскому континенту и странам Ближнего Востока и обладала способностью быстро мутировать, угрожая мировому производству зерна. Участники конференции, в том числе и из нашего института, приложили усилия к поиску новых доноров устойчивости к этой опасной расе стеблевой ржавчины. Улучшение пшеницы мягкой по этому признаку включало следующие этапы:

- оценку 100 образцов коллекции «Арсенал» на стадии проростков к популяции Ug99 в Миннесотском университете в лаборатории иммунитета под руководством Dr. Brian G. Steffenson. Было выделено 6 озимых и 1 яровой генотип пшеницы мягкой с устойчивостью к этому патогену. Из коллекции ВИР выделено 2 устойчивых образца [1].
- оценку развития хозяйственно-ценных признаков у перспективных образцов в условиях Московской области и подбор пар для скрещивания;
- идентификацию Sr-генов с использованием STS-маркеров у родительских форм [2]. С использованием молекулярных маркеров идентифицировали от 2 до 7 известных генов в генотипе доноров устойчивости (табл. 1).

Таблица 1

Результаты идентификации Sr-генов у источников устойчивости к Ug99

Источники устойчивости к Ug99	Педигри	Идентифицированные гены устойчивости,	
		эффективные к Ug99	неэффективные к Ug99, но эффективные к местным популяциям патогена
9/00w	Родина/ <i>Ae.speltoides</i> (10 kR)	<i>Sr22, Sr32, Sr44</i>	<i>Sr15</i>
141/97w	Родина/ <i>Ae.speltoides</i> (10 kR)	<i>Sr22, Sr44</i>	-
119/4-06rw	Родина / <i>Ae.speltoides</i> (10kR) / <i>S.cereale</i> (0.75kR)	<i>Sr22, Sr32, Sr44</i>	<i>Sr9a, Sr17, Sr19</i>
GT 96/90	Жировка (Кавказ x <i>T.migushovae</i> //Безостая 1/Лютесценс-4473-h-122) x Мироновская полунтенсивная	<i>Sr24, Sr36, Sr40, Sr47</i>	<i>Sr15, Sr17, Sr31</i>
Донская полукарликовая	Русалка (S13 x БАН54)/Северодонская (Безостая 1 x Мир.808)	<i>Sr32, Sr44</i>	<i>Sr9a, Sr17, Sr19</i>
113/00i-4	Родина / <i>Ae.triuncialis</i> (5 kR)	<i>Sr2, Sr36, Sr39, Sr40, Sr44, Sr47</i>	<i>Sr15</i>

- проведение сложных ступенчатых скрещиваний, беккроссирования и самоопыление растений на инфекционном фоне бурой ржавчины и мучнистой росы и отбор индивидуальных растений с комплексом хозяйственно-ценных признаков;
- идентификацию эффективных Sr-генов и отбор индивидуальных растений с несколькими генами Sr;
- испытание потомства индивидуальных растений к болезням в питомниках Московской области, Северного Кавказа и Западной Сибири;
- отбор лучших генотипов для испытания в контрольном питомнике.

Созданы линии яровой пшеницы мягкой, сочетающие устойчивость к патогенам с устойчивостью к полеганию и формирующие урожай высокого качества. Генетическая особенность линий состоит в наличии нескольких генов устойчивости к стеблевой ржавчине (гена *Sr2*, определяющего защиту от патогена на стадии взрослого растения) и генов *Sr32*, *Sr36* и *Sr40*, детерминирующих устойчивость на стадии проростков) [7].

Созданные линии пшеницы озимой характеризуются ранним выколашиванием, имеют оптимальную длину стебля (90 – 100 см), формируют продуктивный колос с массой зерна около 2,0 г и массой 1000 зерен 49 – 63 г. Линии устойчивы к бурой и стеблевой ржавчине, и большинство из них слабо поражаются мучнистой росой. Наличие редко используемых в селекции генов *Sr32*, *Sr39*, *Sr40* и *Sr47* делает их привлекательными донорами для улучшения сортов по признаку устойчивости к стеблевой ржавчине, в том числе и к расе Ug99 [8]. Такой исходный материал пшеницы мягкой не требует химических обработок от грибных болезней. Высокое содержание белка (18 – 23%) и клейковины в зерне (36 – 47%) делает продукты переработки из него ценным источником белка. Часть линий имеет морфологическую особенность (наличие антоциановой окраски на органах растения и перикарпе зерна).

Располагая улучшенными в плане устойчивости к болезням генотипами пшеницы с наличием транслокаций чужеродных видов, мы предприняли исследования по оценке устойчивости созданного материала и к абиотическим стрессам (затоплению, которое часто случается в Нечерноземной зоне в начальный период роста растений и приводит к гипоксии). Работа проведена в условиях лабораторной экспресс-диагностики на раннем этапе онтогенеза (фазе проростков) у пшеницы яровой. В этот период растения наиболее чувствительны к стрессам, и различия, проявляющиеся между генотипами в этот период, сохраняются как генетический признак и у взрослых растений. Выявлена различная норма реакции изучаемых линий в зависимости от генетических особенностей исходных форм. Экстремальное воздействие гипоксии проявилось прежде всего в сильной депрессии прорастаемости и большом количестве загнивших, погибших семян (табл. 2).

Таблица 2

Реакция линий яровой пшеницы, устойчивых к стеблевой ржавчине, на затопление семян

Сорта и линии	Педигри	Количество семян, %		
		нормально проросших	неполноценных	
			ненормально проросших	загнивших
1	2	3	4	5
Злата	-	82	1	17
33-16i	(96x113) x113x113*	59	2	39
37-16i	(96x113) x145	51	0	49
32-16i	(96x113) x113	52	2	46
9-16i	(96x119) x113	52	1	47

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5
31-16i	(96x113) x113	47	0	53
Лада	-	47	3	50
48-16i	(96x119) x113	40	1	59
57-16i	(96x119) x113	42	1	57
16-15i	(96x113) x113	37	4	59
45-16i	(96x119) x113	27	2	71
6-16i	(96x113) x145	7	4	89
17-16i	(96x113)	7	1	92
53-16i	(96x119) x113	9	1	90

Примечание: *происхождение родительских форм скрещивания см. в табл. 1

Среди изученных образцов в наименьшей степени подвержена вредоносному процессу вымокания линия 33-16i. Хорошо противостоят водному стрессу и линии, полученные при участии *T. migushovae* и *Ae. triuncialis* – 31-16i, 32-16i и 9-16i, а также образцы 48-16i и 57-16i, в происхождении которых *T. migushovae* и *Ae. speltoides*, а в линии 37-16i имеется еще и *S. cereale*. Лучшие линии рекомендуем использовать в практической селекции на повышение адаптивности для дальнейшего улучшения создаваемых форм.

Заключение

Сотрудниками лаборатории генетики ФИЦ «Немчиновка» за почти 40-летний период исследований внесен значительный вклад в развитие теории и практики отдаленной гибридизации у пшеницы, в частности, в выявление закономерностей оплодотворения и формирования гибридных семян, особенностей гибридов первого поколения и возможных путей интрогрессии чужеродных генов при отдаленной гибридизации с использованием облучения пыльцы. В лаборатории разработан способ создания исходного материала пшеницы мягкой с использованием метода облучения пыльцы (Патенты на изобретения №2150821 и № 2150822 от 20 июня 2000 г.) и создана оригинальная цитогенетическая коллекция «Арсенал» интрогрессивных линий пшеницы мягкой с чужеродным генетическим материалом сородичей. С использованием доноров устойчивости к болезням, выделенных из коллекции, создан вторичный рекомбинантный генофонд селекционных линий с групповой устойчивостью к мучнистой росе, бурой и стеблевой ржавчине. Выделенные доноры вовлечены в маркер-вспомогательную селекцию пшеницы яровой и озимой в ФИЦ «Немчиновка» и Омском ГАУ. В результате отборов выделены селекционные линии с наличием 2 – 5 генов устойчивости к стеблевой ржавчине в гомозиготном состоянии, которые проходят испытания в селекционных питомниках. Исходя из преимуществ и свойств созданного исходного материала, нами предлагается новое направление в селекции пшеницы для Нечерноземной зоны РФ. Это создание сортов пшеницы мягкой с групповой устойчивостью к грибным болезням, позволяющих снизить фунгицидную нагрузку при возделывании этой культуры для получения экологически чистого зерна.

Список литературы

1. Анисимова А.В., Стеффенсон Б., Митрофанова О.П., Лапочкина И.Ф., Афанасенко О.С. Устойчивость сортимента пшеницы и образцов эгилопса из коллекции ВИР к расе стеблевой ржавчины Ug99 (ТТКСК) // Технологии создания и использования сортов и гибридов с групповой и комплексной устойчивостью к вредным организмам в защите растений. – СПб., 2010. – С. 153–158.
2. Баранова О.А., Лапочкина И.Ф., Анисимова А.В., Гайнуллин Н.Р., Иорданская И.В., Макарова И.Ю. Идентификация генов Sr у новых источников устойчивости мягкой

пшеницы к расе стеблевой ржавчины Ug99 с использованием молекулярных маркеров // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2015. – Т. 19, № 3. – С. 316–322.

3. Лапочкина И.Ф., Пухальский В.А. Влияние облученной пыльцы отцовского компонента на уровень конъюгации хромосом гибридов F1 *T.aestivum* x *T.Kiharae* // Известия Сибирского отделения АН СССР. – 1990. – Вып. 2. – С. 31–32.

4. Лапочкина И.Ф., Пухальский В.А. Случай появления асимметричных половых гибридов *Triticum aestivum* x *Aegilops speltoides* при облучении пыльцы высокими дозами гамма-радиации // Применение СВЧ-излучений в биологии и сельском хозяйстве: тезисы докладов Всесоюзной конференции. – Кишинев, 1991. – С. 95–96.

5. Лапочкина И.Ф., Волкова Г.А. Создание коллекции замещенных и дополненных хромосомами *Aegilops speltoides* Tausch. линий яровой мягкой пшеницы // Генетика. – 1994. – Т. 30, приложение. – С. 86–87.

6. Лапочкина И.Ф. Чужеродная генетическая изменчивость и ее роль в селекции пшеницы // Идентифицированный генофонд растений и селекция / Под ред. Б.В. Ригина. – СПб.: Изд. ВИР, 2005. – С. 684–740.

7. Лапочкина И.Ф., Баранова О.А., Шаманин В.П., Волкова Г.В., Гайнуллин Н.Р., Анисимова А.В., Галингер Д.Н., Гладкова Е.В., Ваганова О.Ф. Создание исходного материала яровой мягкой пшеницы для селекции на устойчивость к стеблевой ржавчине (*Russinia graminis* Pers. f. sp. *tritici*), в том числе и к расе Ug99, в России // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2016. – Т. 20, № 3. – С. 320–328. – DOI 10.18699/VJ16.167

8. Лапочкина И.Ф., Баранова О.А., Гайнуллин Н.Р., Волкова Г.В., Гладкова Е.В., Ковалева Е.О., Осипова А.В. Создание линий озимой пшеницы с несколькими генами устойчивости к *Russinia graminis* Pers. f. sp. *tritici* для использования в селекционных программах России // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2018. – Т. 22, № 6. – С. 676–684. – DOI 10.18699/VJ18.410.

9. Пухальский В.А., Лапочкина И.Ф. Влияние генотипа *Aegilops speltoides* Tausch. на характер конъюгации хромосом у гибридов, полученных с участием *Triticum aestivum* L. // Цитология и генетика. – 1989. – Т. 24, № 3. – С. 24–29.

10. Пиеничникова Т.А., Ермакова М.Ф., Чистякова А.К., Щукина Д.В., Лапочкина И.Ф. Технологические свойства зерна и муки у линий мягкой пшеницы с интрогрессией от *Aegilops speltoides* Tausch. // С-х. биология. – 2007. – № 5. – С. 86–89.

11. Симонов А.В., Пиеничникова Т.А., Лапочкина И.Ф. Генетический анализ признаков, интрогрессированных от *Aegilops speltoides* Tausch. в мягкую пшеницу и определяемых генами хромосомы 5A // Генетика. – 2009. – Т. 45, № 7. – С. 913–919.

12. Hsam S.L.K., Lapochkina I. F., Zeller F.J. Chromosomal location of genes for resistance to powdery mildew in common wheat (*Triticum aestivum* L. em. Thell). 8. Gene *Pm32* in a wheat-*Aegilops speltoides* translocation line // Euphytica. – 2003. – V. 133. – P. 367–370.

13. McIntosh R.A., Yamazaki Y., Dubcovsky J., Roger J., Morris C., Appels R., Xia X.C. Catalogue of Gene Symbols for Wheat // 12 th Int. Wheat Genetics Symp. (Japan, 8–13 September, 2013). – Yokohama, 2013.

14. Pshenichnikova T.A., Lapochkina I.F., Shchukina L.V. The inheritance of morphological traits introgressed into common wheat (*Triticum aestivum* L.) from *Aegilops speltoides* Tausch // Genetic Resources and Crop evolution. – 2007. – V. 54. – P. 287–293.

Статья поступила в редакцию 30.05.2019 г.

Voronov S.I., Lapochkina I.F., Marchenkova L.A., Pavlova O.V., Chavdar R.F., Orlova T.G. Pre-breeding research of a common wheat to improve its resistance to biotic and abiotic stresses in the non-chernozem belt of the Russian Federation // Bull. of the State Nikita Botan. Gard. – 2019. – № 132. – P. 102-108.

This paper presents a retrospective and modern review of the research directions of the Laboratory of Genetics of FRC “Nemchinovka” to improve a common wheat resistance to fungal diseases using introgressive common wheat lines, which were obtained with the participation of species *Aegilops speltoides*, *Ae.triuncialis*,

Triticum kiharae and *Secale cereale*. Stages of research are roughly divided into three periods. The first period (from 1980 to 1996) was associated with the development of theoretical foundations for the management of recombination processes in meiosis in distant wheat hybrids, the study of regularities of the formation process using donor pollen irradiation and the creation of an original collection of lines of spring and winter common wheat with added chromosomes of the species *Ae. speltoides*, lines with substitutions and translocated forms with genetic material *Ae. triuncialis*, *T. kiharae* and *S. cereale*. The second period (from 1996 to 2009) was associated with cytological and genetic study of the created collection on the basis of resistance to powdery mildew and leaf rust, as well as other economically valuable and morphological features, and the creation of breeding lines (secondary improved gene pool of wheat). The third period (from 2009 to the present day) is characterized by the creation of competitive breeding lines – prototypes of varieties with group resistance to fungal diseases, including dangerous quarantine disease stem rust race Ug99, using marker-assisted selection. An attempt is made to evaluate the advanced breeding material of spring wheat for abiotic stress—flooding of seeds. The genotypes, which were able to withstand water stress, were selected.

Key words: *wheat; wheat relatives; pollen irradiation; leaf and stem rust; powdery mildew; resistance genes; water stress*

УДК (631.527.3::581.143.28):633.19

DOI: 10.25684/NBG.boolt.132.2019.14

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ОТБОРОВ ПО ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ПОКОЯ СЕМЯН ТРИТИКАЛЕ ОЗИМОЙ

**Юлия Николаевна Котенко, Валентина Сергеевна Рубец,
Варвара Александровна Коробкова, Анна Игоревна Юркина,
Владимир Валентинович Пыльнев**

ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 127550, Россия, г. Москва
E-mail: rysenok563842@gmail.com

Изучены степень прорастания и индекс прорастания у пяти сортообразцов тритикале озимой в сравнении с отобранными из них формами с более коротким и более продолжительным покоем семян. Выявлены биотипы с более высокой устойчивостью к прорастанию зерна, чем исходные сортообразцы. Результативность отбора зависит как от популярности сорта, так и от возраста зерновок при отборе. Так, в фазу начала восковой спелости зерновки лучше всего дифференцируются по продолжительности покоя.

Ключевые слова: *тритикале озимая; покой семян; предуборочное прорастание зерна; процент проросших зерен; индекс прорастания*

Введение

Тритикале (*Triticosecale* Wittm.) является амфидиплоидом, полученным в результате совмещения геномов пшеницы (*Triticum* sp.) и ржи (*Secale* sp.). Культура является ценной для пищевого и кормового направления использования. Однако, широкое внедрение культуры в производство ограничивается её склонностью к предуборочному прорастанию зерна в колосе.

Для Центральные районов Нечерноземной зоны характерно избыточное увлажнение в период созревания и уборки зерновых культур. Задержка с уборкой приводит к преждевременному прорастанию зерна в колосе, и, как следствие, к ухудшению посевных и технологических свойств зерна. Нередко неблагоприятные метеорологические условия приходится и на период формирования и налива зерна, что провоцирует развитие более короткого покоя семян [2]. Одной из задач селекции тритикале в ЦРЗ является разработка эффективных методов для создания сортов, устойчивых к предуборочному прорастанию зерна.

Устойчивость к преждевременному прорастанию семян тритикале контролируется большим количеством генов, как пшеничного, так и ржаного геномов.

Известен ряд генов и локусов, регулирующих формирование зародыша и эндосперма, покой семян и нормальное прорастание как у пшеницы, так и у ржи [3, 5]. Устойчивость к прорастанию зерна обуславливается, в первую очередь, продолжительностью покоя семян. Злаки отличаются неглубоким физиологическим покоем семян, при котором снижается всхожесть и сужается диапазон условий для прорастания зерновки. Выявлено, что покой семян тритикале озимой короткий и неясно выражен, а зерновки уже в возрасте 26 дней от опыления способны прорасти при благоприятных условиях [7].

Одним из методов создания сортов тритикале является внутрисортной отбор. Его эффективность можно объяснить наличием полиморфизма, возникающего вследствие различных причин: расщепление гетерозиготного растения-родоначальника сорта; довольно высокого, до 6 % в условиях ЦРНЗ, процента перекрестного опыления [8]; мутаций. На ряде сортообразцов тритикале показано наличие внутривидового разнообразия проламиновых спектров [1]. Поэтому есть высокая вероятность отобрать биотип с более продолжительным покоем семян, более устойчивый к предуборочному прорастанию зерна в колосе.

Цель исследования – оценить эффективность метода отбора по продолжительности покоя семян для создания форм с повышенной устойчивостью тритикале озимой к предуборочному прорастанию зерна в колосе.

Объекты и методы исследования

Исследования проводились в 2016 – 2018 гг. на Полевой опытной и селекционной станциях РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева. Изучены сортообразцы тритикале озимой, контрастные по устойчивости к предуборочному прорастанию зерна в колосе: сорта Александр (устойчивый), Тимирязевская 150, Виктор (среднеустойчивые), Валентин и линия 17 (неустойчивые к прорастанию). Из этих сортов в 2014 году был проведен дивергентный отбор по признаку «глубина покоя семян» в разные фазы развития зародышей семян: через 26, 34, 42, 50 и 60 дней от опыления. Были отобраны растения как с коротким, так и с более длительным покоем свежесобраных семян. Подробно методика отбора описана в нашей статье [4]. Образцам с предположительно более коротким покоем семян дано обозначение «первые» (ПР), с более длительным покоем – «последние» (ПСЛ). В качестве стандарта при сравнении изучаемых показателей использовали исходный сорт.

Потомство отобранных растений предварительно изучали в 2016 и 2017 гг. Опыты были заложены в двукратной повторности на делянках площадью 0,3 м². В период вегетации закладывали лабораторный опыт по оценке глубины и продолжительности покоя методом проращивания в чашках зерен разного возраста (26, 34 и 50 дней от опыления). Рассчитывали индекс прорастания (ИП):
$$\text{ИП} = \frac{14 \times n_1 + 13 \times n_2 + \dots + 1 \times n_{14}}{D \times N}$$
, где n_1, n_2, \dots, n_{14} – число вновь проросших зерен за первые, вторые и последующие сутки; N – общее число жизнеспособных зерен; D – общее число дней испытания; 14, 13, ..., 1 – веса, данные числам проросших зерен в первый, второй и последующие дни соответственно. Индекс прорастания варьирует в пределах от 0 до 1. Чем более глубокий покой семян, тем ниже значение индекса [2].

После перестоя в поле визуально определяли проросшие зерна, рассчитывали их процент. Данный анализ проводили на всех вариантах опыта, оценку ИП – только в вариантах с предположительно более продолжительным покоем семян (ПСЛ).

В 2018 году был заложен более точный опыт в трехкратной повторности, площадь делянки 1 м². Определен процент проросших зерен (ППЗ) при своевременной уборке в фазе конца восковой – начала твердой спелости и после двухнедельного перестоя в поле.

Метеорологические условия 2016, 2017 и 2018 гг. значительно различались. В 2016 году во время наступления полной спелости зерна (вторая декада июля) выпало в два раза больше осадков, чем по среднемноголетним наблюдениям, и температура воздуха была также выше среднемноголетней на 3°C. Вегетационный период 2017 года был холодным и дождливым вплоть до середины июля, что привело к формированию зерна с относительно глубоким покоем. 2018 год был более типичным для Московской области. В период формирования зерна повышенная температура воздуха сочеталась с равномерным распределением осадков, что могло привести к формированию зерна с повышенной амилолитической активностью.

Данные были обработаны методом дисперсионного анализа [6].

Результаты и обсуждение

Анализ отборов из линии 17. Среди потомства растений с более коротким периодом покоя семян («первых») в среднем за 2016 – 2017 гг. высоким ППЗ обладали образцы, отобранные в возрасте 34 и 60 дней от опыления – 15,8 и 23,4% соответственно. Остальные варианты были на уровне линии 17 – 5,9% (рис. 1а).

Потомство растений с более длительным покоем семян («последние», ПСЛ), отобранных для проращивания на 50 и 60 дни от опыления, оказалось, вопреки ожиданиям, менее устойчивым к предуборочному прорастанию зерна в колосе, чем линия 17. Тем не менее, нам удалось отобрать более устойчивый образец при закладке образцов, отобранных на 42 день от опыления (ППЗ = 3,8%), хотя он и недостоверно лучше исходного сортообразца (см. рис. 1а).

По ИП различия были обнаружены при проращивании зерен, находившихся в фазе конца восковой – начале твердой спелости, более ранние пробы прорастали слабо. Самым низким ИП обладал вариант ПСЛ 42 – 0,41, чуть больше – 0,5 – ПСЛ 26. Остальные варианты отличались от стандарта (ИП = 0,67) незначимо (рис. 2а).

Для дальнейшего изучения был взят образец линии 17 ПСЛ 42. В 2018 году он показал значимо большую устойчивость к предуборочному прорастанию зерна, чем линия 17: ППЗ составил 1,04 и 2,5% соответственно. После двухнедельного перестоя в поле данный образец также оказался лучше исходного сортообразца: его ППЗ повысился на 0,75%, в то время как у линии 17 – на 1,86% (рис. 3а).

Анализ отборов из сорта Тимирязевская 150. По результатам предварительного изучения отборов из данного сорта не выявлено достоверных различий по ППЗ (рис. 1б). По ИП различия были обнаружены только при проращивании зерновок в фазу тестообразной спелости. Образцы ПСЛ 34, ПСЛ 42 и ПСЛ 50 имели более глубокий покой, чем исходный сорт. ИП у них составил 0,03 – 0,04, в то время как у сорта – 0,21. При проращивании в фазу твердой спелости эти образцы также отличались меньшим ИП, чем сорт, но незначимо (рис. 2б).

Для изучения в 2018 году были отобраны эти варианты. Они показали достоверно более высокую устойчивость к предуборочному прорастанию, чем исходный сорт, как при своевременной уборке, так и после перестоя в поле: 3 – 4% против 6,6% (рис. 3б).

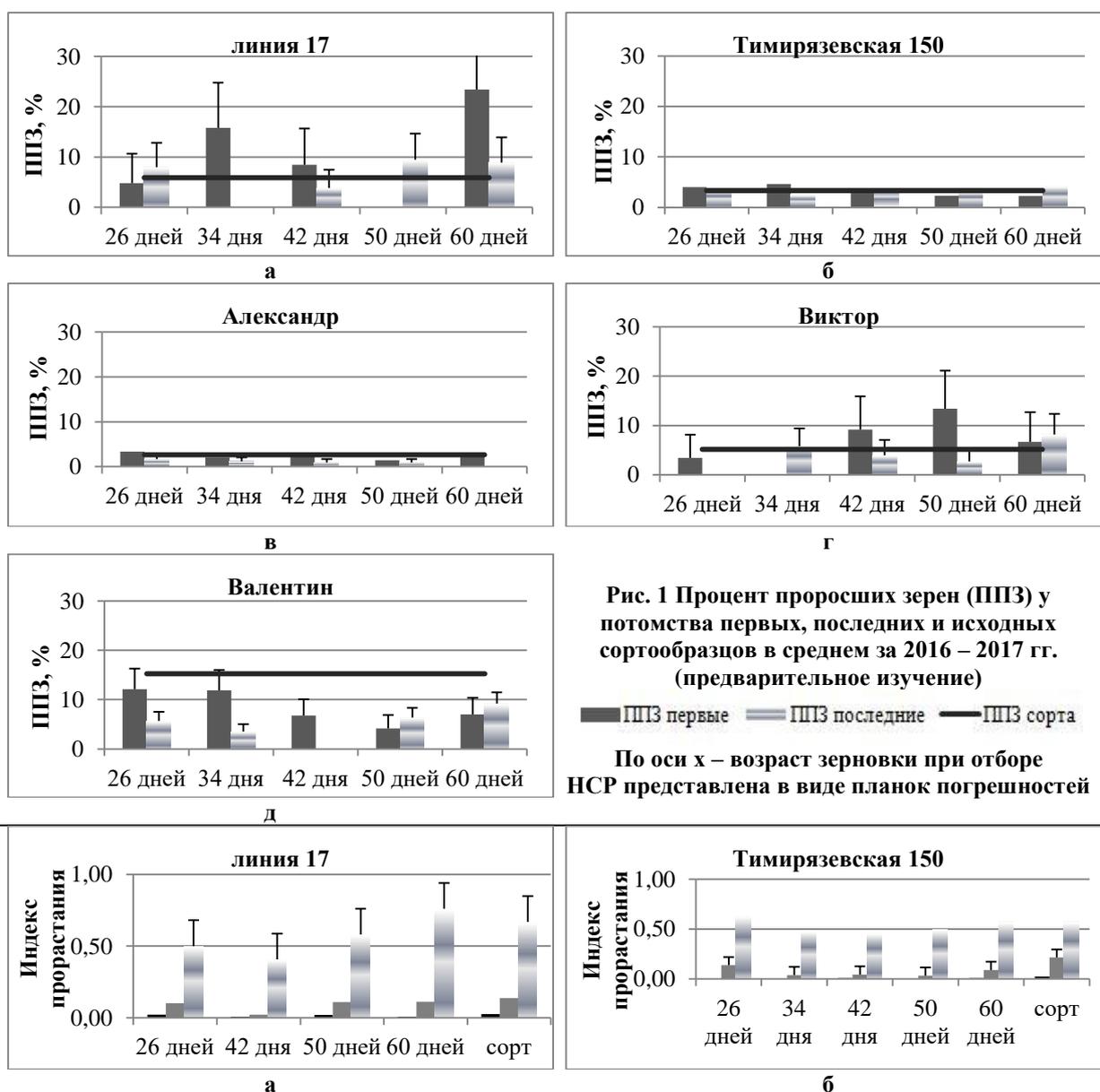
Анализ отборов из сорта Александр. В среднем за 2016 – 2017 годы потомство первых проросших зерен находилось на уровне стандарта по ППЗ. Варианты ПСЛ 34, ПСЛ 42 и ПСЛ 50 имели существенно меньший ППЗ, 1,18, 0,09 и 0,09% соответственно, чем исходный сорт, у которого проросло 2,7% зерен (рис. 1в). По ИП ни в одной пробе не было обнаружено различий (рис. 2в).

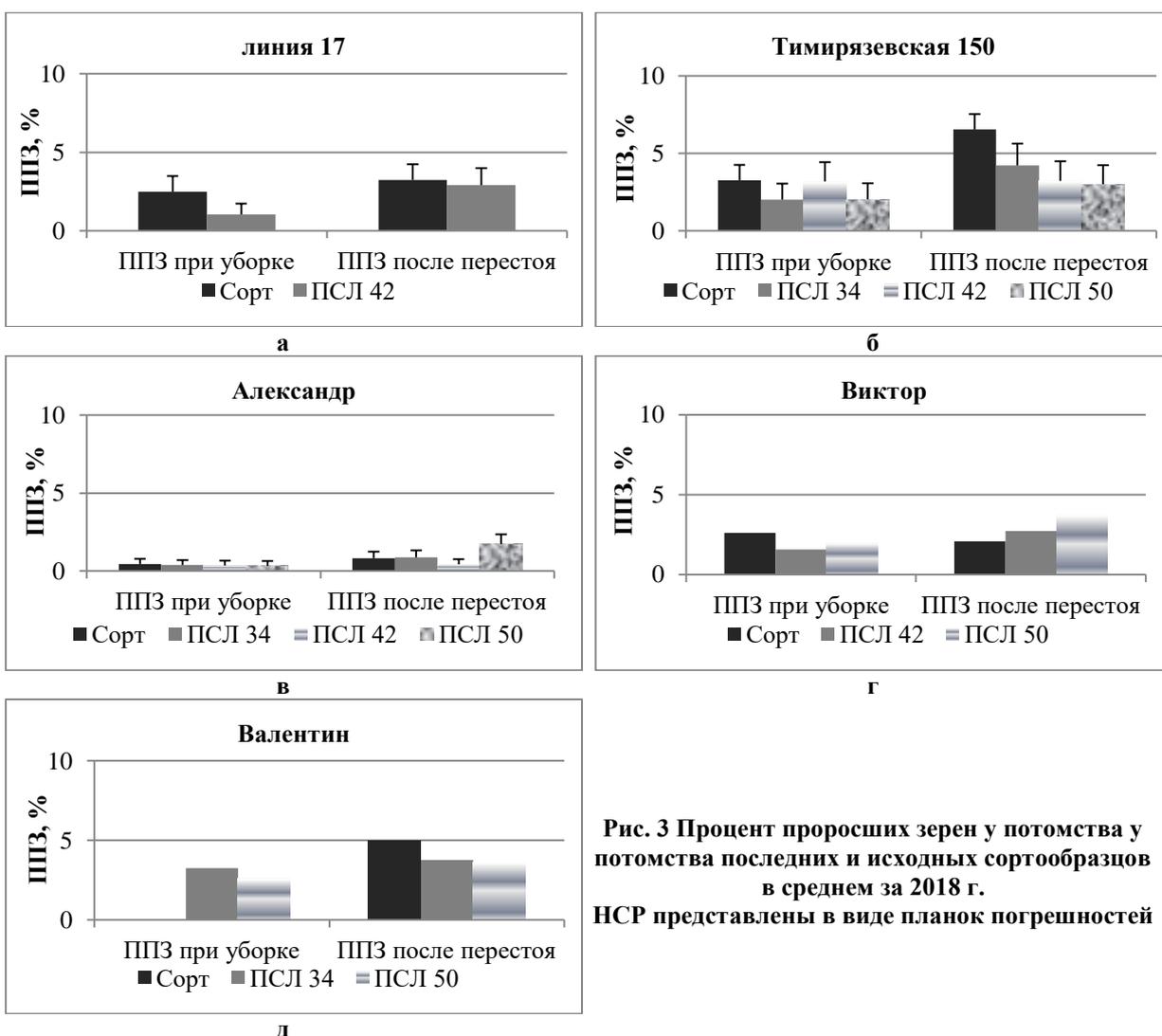
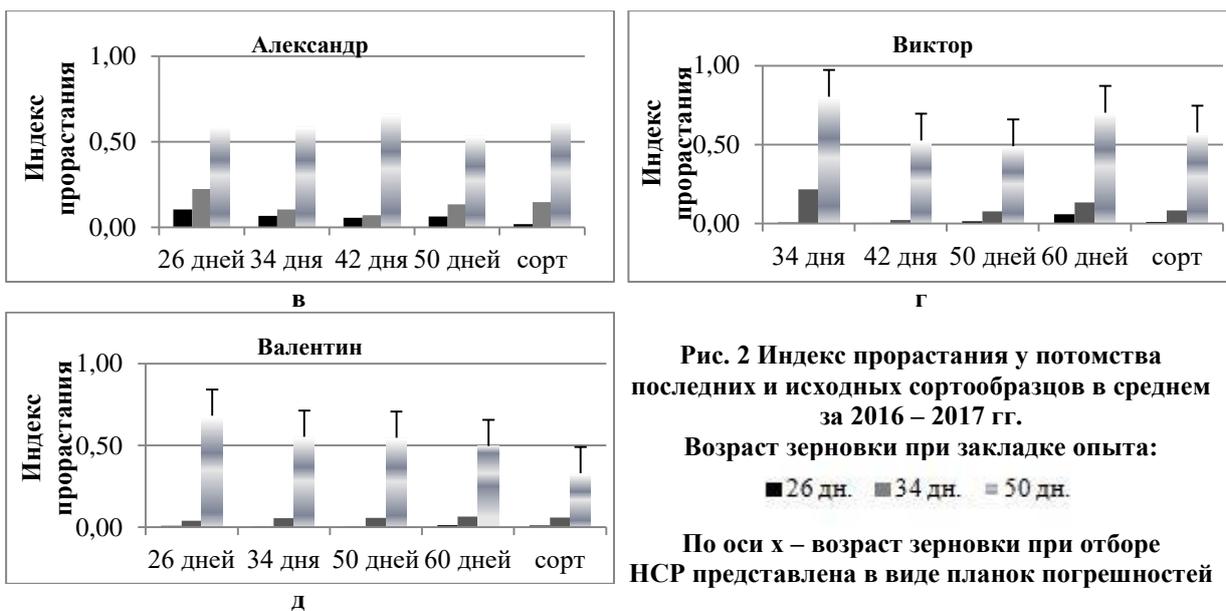
В 2018 году были изучены выделившиеся варианты в сравнении с исходным сортом. Все они показали более высокую устойчивость, а ПСЛ 34 и ПСЛ 42 меньше прорастали после перестоя в поле (рис. 3в).

Анализ отборов из сорта Виктор. Отбор первых проросших зерен привел к различным результатам, но в большинстве случаев «первые» оказались менее устойчивыми к предуборочному прорастанию, чем исходный сорт. Среди «последних» самым устойчивым образцом оказался ПСЛ 50 – он сильнее других, хотя все же недостоверно, отличался от стандарта по ППЗ: 2,7 и 5,2% соответственно. Чуть меньше, чем исходный сорт, прорастал образец ПСЛ 42. Его ППЗ = 3,95% (рис. 1г).

Самым низким ИП в фазу твердой спелости обладал образец ПСЛ 50 – 0,49, чуть большим – ПСЛ 42 (0,53) и исходный сорт (0,58). Остальные варианты имели более высокий ИП (рис. 2г).

В 2018 году образцы ПСЛ 42 и ПСЛ 50 не показали достоверного превышения по устойчивости к предуборочному прорастанию зерна в колосе по сравнению с исходным сортом. Следует отметить, что данные образцы оказались устойчивыми к воздействию неблагоприятных погодных условий при перестое в поле: ППЗ повысился незначительно (рис. 3г).





Анализ отборов из сорта Валентин. Потомство первых проросших оказалось столь же неустойчивым к предуборочному прорастанию, как и исходный сорт – ППЗ

варьировал около 6 – 15%. Отбор последних проросших зерен привел к существенному улучшению сорта. Самым низким ППЗ обладали варианты ПСЛ 26, ПСЛ 34, чуть больше – ПСЛ 50: 5,7, 3,5 и 6,4% соответственно (рис. 1д).

При проращивании в чашках Петри в фазу твердой спелости ИП у отборов был существенно выше, чем у исходного сорта (рис. 2д).

В 2018 году образцы ПСЛ 34 и ПСЛ 50 подтвердили свою устойчивость к прорастанию зерна в колосе, хотя после перестоя в поле ППЗ несколько повысился. Из-за сильного поражения снежной плесенью сорт Валентин практически полностью выпал, и удалось оценить только один из показателей (рис. 3д).

Кроме внутрисортных различий, большое влияние на значения изученных показателей оказали метеорологические условия года. Так, в 2016 году индекс прорастания во всех вариантах был значительно выше, чем в 2017. В 2017 году во время колошения и цветения было очень холодно, что привело к формированию семян с более продолжительным покоем. Процент проросших зерен в 2017 году также был ниже, чем в 2016, практически во всех изученных вариантах. В 2018 году все сортообразцы имели ППЗ ниже, чем обычно. Это может быть связано с относительно небольшим количеством осадков в период созревания зерна.

Выводы

1. В большинстве случаев отбор зерен с менее глубоким покоем приводил к получению образцов, характеризовавшихся либо меньшей, либо такой же устойчивостью к прорастанию зерна в колосе, как и у исходного сортообразца.

2. Результативность отбора форм с более продолжительным покоем зависела как от популярности сорта, так и от возраста зерновок, закладываемых на проращивание: лучшей фазой являлась фаза начала восковой спелости.

3. Нам удалось отобрать биотипы, достоверно более устойчивые к прорастанию, чем исходные сорта Валентин, Тимирязевская 150 и линия 17.

Список литературы

1. *Баженов М.С.* Изучение внутрисортного полиморфизма озимой тритикале по устойчивости к прорастанию зерна в колосе // Тритикале: материалы международной научно-практической конференции «Тритикале и его роль в условиях нарастания аридности климата» и секции тритикале отделения растениеводства РАСХН. – Ростов-на-Дону, 2012. – С. 16–20.

2. *Баженов М.С., Пыльнев В.В., Тараканов И.Г.* Влияние факторов окружающей среды на покой семян и прорастание зерна в колосе озимой тритикале // Известия ТСХА. – 2011. – Вып. 6. – С. 30–38.

3. *Данилкин Н.М., Соловьев А.А.* Особенности наследования признаков продуктивности у яровой тритикале // Тритикале России: материалы заседания секции тритикале РАСХН. – Ростов-на-Дону, 2008. – Вып. 3. – С. 34–36.

4. *Котенко Ю.Н., Рубец В.С., Пыльнев В.В.* Выявление возраста зерновки для отбора устойчивых к предуборочному прорастанию генотипов тритикале // Труды Кубанского ГАУ. – 2016. – Вып. 3 (60). – С. 141–147.

5. *Крупнов В.А., Сибикеев С.Н., Крупнова О.В.* Генетический контроль покоя и устойчивости к предуборочному прорастанию семян у пшеницы: обзор // Сельскохозяйственная биология. – 2010. – № 3. – С. 3–16.

6. Пакет статистического и биометрико-генетического анализа в растениеводстве и селекции AGROS, версия 2.08. – Тверь, 1999.

7. Рубец В.С., Пыльнев В.В., Кондрашина Л.В. Покой и предуборочное прораствание зерна в колосе озимой гексаплоидной тритикале // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – № 11. – С. 14–16.

8. Рубец В.С., Широколава А.В., Пыльнев В.В. Влияние спонтанной гибридизации на сортовую чистоту посевов тритикале (*×Triticisecale* Wittm.) // Известия ТСХА. – М.: Изд-во РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, 2015. – Вып. 5. – С. 37–53.

Статья поступила в редакцию 29.05.2019 г.

Kotenko Yu.N., Rubets V.S., Korobkova V.A., Yurkina A.I., Pylnev V.V. Estimation of efficiency of selecting by the duration of winter triticale seed dormancy // Bull. of the State Nikita Botan. Gard. – 2019. – № 132. – P. 108-114.

The sprouting rate and the germination index of five winter triticale varieties were studied in comparison with the forms, which were selected from them with shorter and longer seed dormancy. We identified biotypes with a higher resistance to pre-harvest sprouting of grain than the original varieties. The selection efficiency depends on the variability of the variety, as well as on the age of the seeds at the selection time. Thus, grains are best differentiated by the dormance duration in the beginning of the wax ripeness.

Key words: *winter triticale; seed dormancy; pre-harvest sprouting of grain; percentage of sprouted grains; germination index*

УДК 631.53.0

DOI: 10.25684/NBG.boolt.132.2019.15

НОВЫЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА СЕМЯН

**Николай Николаевич Потрахов¹, Михаил Вадимович Архипов^{2,3},
Юрий Алексеевич Тюкалов², Николай Сергеевич Прияткин³,
Людмила Петровна Гусакова³, Екатерина Васильевна Журавлева⁴**

¹Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет
«ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина),
197376, Санкт-Петербург, улица профессора Попова, 5,
E-mail: nn@eltech-med.com

²Северо-Западный Центр междисциплинарных исследований проблем
продовольственного обеспечения,
196608, Санкт-Петербург-Пушкин, шоссе Подбельского, 7,
E-mail: szcentr@bk.ru

³Агрофизический научно-исследовательский институт,
195220, Санкт-Петербург, Гражданский проспект 14
E-mail: prini@mail.ru

⁴Министерство науки и высшего образования РФ,
125009, Москва, ул. Тверская, д. 11,
E-mail: zhuravla@yandex.ru

Наличие разнокачественности семенного материала, оказывающего влияние на его хозяйственную продуктивность, требовало разработки специализированной аппаратуры и технологии для диагностики. Разработанная методика рентгенографического контроля семян позволила решить

задачи по оценке структурной целостности зерновки, степени влияния различных типов скрытых дефектов на ее биологическую полноценность. Методический подход, основанный на разработке морфометрического, рентгенографического паспортов семян и морфофизиологического паспорта проростков позволит, во-первых, более глубоко понять причины, приводящие к получению семян с разным уровнем хозяйственной продуктивности, во-вторых, подойти к усовершенствованию рентгенографического экспресс-метода оценки скрытой дефектности семян и производственных партий семян для прогноза потенциальной полевой всхожести. Это будет кардинальным прорывом в управляемом семеноводстве и позволит разработать эффективные методы расчета оптимальной нормы высева семян в зависимости от их биологической полноценности с учетом показателя скрытой травмированности.

Ключевые слова: *мягколучевая микрофокусная рентгенография; интенсивность роста; семеноводство; морфометрия*

Введение

Наличие разнокачественности семенного материала может оказывать значительное влияние на показатели его урожайности и качества. Это подтверждается результатами многочисленных экспериментов по проращиванию семян в естественных и искусственных условиях. Особый интерес представляет анализ данных прецизионных и массовых экспериментов, в которых рассматривается эффект воздействия (стимулирующего или угнетающего) на семенной материал разной степени кондиционности. Разброс результатов по показателям индивидуальной продуктивности и урожайности в этих экспериментах достигает 20 – 25%.

Такая вариабельность является следствием биологической неоднородности семенного материала, обусловленной матрикальными, экологическими, сезонными, трофическими и другими факторами, и относится к числу «не устранимых особенностей сельского хозяйства» [1].

Семена – практически единственное средство размножения растений, в них формируется необходимый пул запасных метаболитов, которые служат источником органических веществ на ранних этапах прорастания и обуславливают их биологическую полноценность и хозяйственную пригодность. Важно представлять, что для воспроизводства в промышленном семеноводстве хозяйственно пригодного семенного материала одним из основных критериев, позволяющих обеспечивать дружное прорастание и формирование полноценных всходов, является жизнеспособность клеток зародыша, а также биологическая и хозяйственная полноценность эндосперма. Эти показатели зависят во многом от экологических условий формирования биологически полноценных семян и обусловлены степенью сформированности и целостностью (как внешних, так и внутренних) формообразующих структур зерновки.

Целью исследований, выполненных в Агрофизическом институте и СПбГЭТУ «ЛЭТИ» (Санкт-Петербург) для более глубокого понимания причин неоднородности семенного материала, явилось создание методики и соответствующих технических средств визуализации различных типов скрытой неоднородности семенного материала с последующим анализом рентгеновских изображений семян [1, 4, 7]. Использование метода мягколучевой микрофокусной рентгенографии с проекционным рентгеновским увеличением изображения обеспечивает возможность эффективного выявления внутренних дефектов и аномалий в семенах. Это позволяет выявлять семена с минимальным уровнем скрытой травмированности и отбирать для хозяйственных целей партии семян высоких посевных кондиций, что возможно только при разработке соответствующих методик и аппаратуры [2, 3].

Объекты и методы исследования

Объектами исследования служили семена ячменя и пшеницы различных сортов, а также партии зерна пшеницы яровой из различных регионов страны, заложенных на ответственное хранение. Для всех образцов проводилась рентгеновская съемка с проекционным рентгеновским увеличением изображения. Исследования проводились по утвержденной методике рентгеновского анализа семян [13] в испытательной рентгенографической лаборатории Агрофизического института (регистрационный номер Росс RU ДС 1.6.1.123). Рентгенограммы зерновок получали на передвижной рентгенодиагностической установке ПРДУ-02, производства ЗАО «ЭЛТЕХ-Мед» (Санкт-Петербург, Россия). Процесс проведения исследований включал: рентгеновскую съемку образца с 3-х кратным увеличением изображения, визуальный анализ полученных рентгенограмм на мониторе компьютера с регистрацией (записью) и подсчетом количества выявленных скрытых дефектов, проращивание проанализированных рентгенографическим методом семян, согласно ГОСТ 12038-84 [8].

Результаты и обсуждение

Новый методический подход при проведении комплексной оценки качества семян связан с усовершенствованием рентгеновской аппаратуры для проведения детальной оценки структурной целостности зерновки, местоположения в ней дефекта и степени его выраженности. Это позволит проводить оптимальную оценку показателей, отражающих связь физических характеристик семени с показателями интенсивности роста, на стартовых этапах прорастания.

Такой подход дает возможность с разных сторон подойти к пониманию механизмов, обуславливающих формирование биологически полноценных, хозяйственно пригодных семян и на этой основе усовершенствовать семенные агротехнологии. Актуальность поставленной задачи для решения широкого круга проблем семеноведения и семеноводства в рамках управляемого земледелия несомненна.

Необходимо отметить, что исследования физических характеристик зерновки таких как масса, размер, выполненность, диэлектрические свойства и другие проводятся достаточно давно, а полученные результаты используются как в теории, так и в практике агрономии [11, 12].

Дальнейшие исследования в этом направлении позволят разработать весь спектр необходимых требований для отбора биологически полноценных семян при решении задач семеноведения в прецизионных исследованиях и промышленном семеноводстве, а именно:

- учитывать место их расположения на материнском растении и другие типы неоднородностей;
- проводить калибровку семян по толщине, ширине (по выполненности) и пофракционную сепарацию семян по их плотности;
- отбирать семена (партии семян) с минимальным уровнем микротравмированности [1].

Особо следует остановиться на разработках, проведенных Н.М. Макрушиным и его учениками, по установлению нового параметра качества семян – «Индекс деформированности семени», который является надежной методической основой для разработки специализированной техники, позволяющей на практике осуществлять отбор биологически полноценного семенного материала [11].

Успешное решение вышеобозначенных задач как в теории, так и на практике требует знания не только физических характеристик семени, но и биологических

показателей сельхозкультур (сорт, место и год репродукции, режимы уборки, сушки, подработки и хранения семенного материала).

Обобщение полученных в работах авторов данных [2, 3, 7] и данных других специалистов [5, 6, 9, 10, 14] показало, что требуется проведение дополнительных исследований и получение новых экспериментальных данных для разработки морфометрического и рентгенографического паспортов семян.

Морфометрический паспорт должен включать в себя широкий спектр физических характеристик зерновки, которые являются одними из необходимых параметров, обеспечивающих прогноз ее хозяйственной ценности.

Рентгенографический паспорт должен включать различные типы скрытых дефектов (трещиноватость, энзимомикозное истощение (ЭМИС), поврежденность и заселенность насекомыми, скрытое прорастание и др.).

При этом следует отметить, что изучать скрытые дефекты необходимо с учетом их топографических характеристик, степени выраженности дефекта, а также наличия различных типов дефектов в одном и том же семени и их влияния на интенсивность роста проростков [3].

Создание рентгенографического паспорта даст в руки исследователей инструмент для ранней экспресс-оценки степени кондиционности производственных партий семенного материала с учетом уровня их скрытой травмированности.

Представляется важным, что метод рентгенографии может позволить решать задачи по выявлению в промышленных партиях семян жизнеспособных сорных примесей, а также других биологических и механических примесей. Это позволит, с определенной долей вероятности, оценить принадлежность производимых семян к определенным сельскохозяйственным угодьям и провести ранжирование партий семян с учетом различной доли присутствующих в них примесей.

Усовершенствование метода рентгенографической оценки качества партий семян, оформление его в цифровом формате и доведения до стандарта явится существенным прорывом, позволяющим сразу после уборки (не дожидаясь периода послеуборочного дозревания) отбирать партии с наименьшим уровнем скрытой травмированности, т.е. потенциально наиболее кондиционные.

Специализированные разработки по усовершенствованию рентгеновской аппаратуры смогут обеспечить более детальную оценку структурной целостности зародыша и эндосперма, основываясь при этом на явлении фазового контраста [2].

Данный метод, используемый как в рентгенографии [1, 2], так и в магнито-резонансной томографии семян [6], позволяет визуализировать особенности мягких тканей зерновки, что в медицинских рентгенологических исследованиях практически невозможно без применения специализированных рентгенконтрастирующих веществ.

Принципиальное важное значение представляет разработка минирентгенсепаратора, позволяющего осуществлять оценку степени травмированности контрольной пробы в целом, характеризуя ее по наличию фракций семян с разным уровнем скрытой травмированности.

Исследования при этом целиком отобранной пробы, а не ее отдельных фрагментов (300 – 400 шт. при определении всхожести) позволит минимизировать влияние субъективного фактора оператора при отборе изучаемой выборки на конечный результат.

Качество семян по ГОСТу [8] определяется показателями энергии прорастания и всхожести в лабораторных условиях. Для более эффективного прогноза ростового потенциала семени в свое время был предложен показатель силы роста [8]. Представляется важным, что данный показатель более корректно рассматривать на основе предложенного Макрушиным Н.М. термина «интенсивность роста» [12].

Биологическая и физическая сущность этого показателя, помимо описания его ростового потенциала на 10 сутки, может быть охарактеризована по степени давления ростка на мембрану (на специально разработанных тензомерах). При этом, для оценки величины показателя с целью получения воспроизводимых в разных экспериментах, необходимо также осуществить стандартизацию систем освещения проростков, унифицировав для этих целей параметры интенсивности и спектрального состава в световом блоке.

Все вышеизложенное свидетельствует о том, что наряду с разработкой морфометрического и рентгенографического паспортов, характеризующих качество семян, необходимо учитывать и показатели интенсивности роста проростков, оформленных в виде морфофизиологического паспорта прорастающих семян. Оформление таких паспортов с использованием разработанного инструментария и предложенных методик и применение их в комплексе на практике позволит подойти к разработке теоретических основ гармоничного формирования формообразующих структур зерновки.

Действительно, такой методический подход позволит подойти к разработке экспресс метода прогноза потенциальной полевой всхожести, это должно явиться кардинальным прорывом в управляемом семеноводстве и разработать методы прогноза высева оптимальной дозы семян.

В заключение следует отметить, что разработка усовершенствованных методов комплексной оценки качества семян требует, чтобы семенной материал:

- соответствовал агротехнологическим параметрам на уровне мировых стандартов;
- удовлетворял требованиям, предъявляемым к сорту и гибриду с точки зрения потенциальной урожайности и семенной продуктивности;
- обладал высоким ростовым потенциалом и соответствовал требованиям устойчивости к биотическим и абиотическим стрессам, различным в разных регионах страны;
- был обеспечен всеми необходимыми агресурсами (протравители, удобрения, сельхозтехника) на каждом этапе выращивания сельхозкультур.

Выводы

Предложенный новый методический подход при анализе качества семенного материала и характеристик интенсивности его прорастания позволяет разработать общую теорию управляемого семеноводства, создав для этих целей физико-технический базис и разработать морфометрический, рентгенографический паспорта семян, а также морфофизиологический паспорт проростков. Таким образом, отечественное семеноводство обогатится инновационными рекомендациями по получению хозяйственно ценного, не травмированного семенного материала, конкурентоспособного на мировом рынке семян.

Список литературы

1. *Архинов М.В., Гусакова Л.П., Великанов Л.П., Виличко А.К., Желудков А.Г., Алферов В.Б.* Методика комплексной оценки биологической и хозяйственной пригодности семенного материала. – СПб.: АФИ, 2013. – 52 с.
2. *Архинов М.В., Потрахов Н.Н.* Микрофокусная рентгенография растений. – СПб.: Технолит, 2008. – 192 с.
3. *Архинов М.В., Потрахов Н.Н., Прияткин Н.С., Гусакова Л.П., Щукина П.А., Борисов Н.Р.* Неинвазивные технологии экспресс-оценки и отбора биологически

полноценных семян для выращивания растительной продукции в вегетационно-облучательном оборудовании нового типа: методические указания. – СПб., 2019. – 55 с.

4. *Архипов М.В., Савин В.Н., Баденко А.Л., Иоффе Ю.К., Грун Л.Б.* Метод рентгенографии с прямым рентгеновским увеличением для визуализации внутренних повреждений семенного материала // Докл. ВАСХНИИЛ. – 1982. – № 4. – С. 9–11.

5. *Бухаров А.Ф., Балеев Д.И., Бухарова А.Р.* Кинетика прорастания семян. Методы исследования и параметры // Известия ТСХА. – 2017. – Вып. 2. – С. 5–19.

6. *Виноградова И.С., Фалалеев О.В.* Применение метода магнитно-резонансной микротомографии при изучении внутренней структуры семян бобовых культур // Вестник РАСХН. – 2010. – № 6. – С. 10.

7. *Гусакова Л.П., Великанов Л.П., Бурляева М.О.* Использование метода рентгенографии для оценки качества семян чины и вигны из коллекции ВИР // Сельскохозяйственная биология. – 2012. – № 5. – С. 121–127.

8. ГОСТ 12038–84. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести. – Введ. 1986–07–01. – М.: Стандартинформ, 2011. – 64 с.

9. *Капусткина А.В.* Морфофизиологические особенности прорастания зерновок озимой пшеницы при их повреждении вредной черепашкой // Вестник защиты растений. – 2009. – № 4. – С. 39–47.

9. *Лискер И.С., Дмитриев А.П., Цыплаков А.Е., Веселова Т.В.* Фотометрическое изучение семян томатов // Докл. РАСХН. – 2000. – № 2. – С. 9–13.

10. *Макрушин Н.М., Бабицкий Л.Ф., Клиценко О.А., Макрушина Е.М., Еськова О.В., Шабанов Р.Ю., Клиценко Г.Г., Мишук С.А.* Инновационные принципы оценки и отбора биологически ценного посевного материала // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2015. – № 3 (54). – С. 371–375.

11. *Макрушин Н.М., Плугарь Ю.В., Малько А.М., Макрушина Е.М., Шабанов Р.Ю.* Инновационные аспекты учения об онтогенезе, формировании, отборе и оценке качества семян. – Симферополь: ПОЛИПРИНТ, 2018. – 248 с.

12. Методика анализа семян. – М., 1995. – 76 с.

13. *Grodek J., Grundas S.* Attempt of automatic X-ray image analysis for detection of cereal grain damage // Book of abstracts 6-th International Workshop for Young Scientist Biophys (17–9 May 2007). – Lublin, Poland, 2007. – P. 27–30.

Статья поступила в редакцию 29.05.2019 г.

Potrakhov N.N., Arkhipov M.V., Tupalov Yu.A., Priyatkin N.S., Gusakova L.P., Zhuravleva E.V. The new methodological approaches while carrying an integrated assessment of seeds quality // Bull. of the State Nikita Botan. Gard. – 2019. – № 132. – P. 114–119.

Existence of a seed material heterogeneity, having impact on its economic efficiency, demanded the development of the specialized equipment and technology. The developed technique of a seed radiographic control allowed to solve some problems: a structural integrity of a caryopsis evaluation, the extent of influence of various types of the hidden defects on its biological full value. The methodological approach, that is based on development of morpho-metric, radiographic datasheets of seeds and the morpho-physiological datasheet of sprouts, will allow more deeply to understand, first, the reasons, leading to receiving the seeds with a different level of an economic efficiency, and secondly, make it to improvement of a radiographic express method of assessment of a hidden deficiency of seeds and the production batches of seeds for forecast of a potential field germination. It will be the cardinal breakthrough in the operated seed breeding and will allow to develop effective methods of an optimum seed application rate calculation, the forecast of seeding rate depending on their biological full value, taking into account an indicator of the hidden damage.

Key words: *soft beam microfocus x-ray radiography, growth intensity, seed industry, morphometry*

УДК 631.527:633.853.494

DOI: 10.25684/NBG.boolt.132.2019.16

АНАЛИЗ И ТЕНДЕНЦИИ РЫНКА МАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУР

Сергей Владимирович Гончаров¹, Людмила Александровна Долгих²

¹Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, Россия, 394087. г. Воронеж, ул. Мичурина, 1
E-mail: slogan1960@mail.ru

² ТОО «Сингента Казахстан»
050059, Республика Казахстан, г. Алматы, пр. Аль-Фараби, 5
БЦ «Нурлы Тау» корпус 2А, 3 этаж
e-mail: dolgikh_77@mail.ru

Предпринята попытка анализа формирования семенного рынка масличных культур в РФ и странах ближнего зарубежья за 30 лет в связи с темпами использования новых технологий. Методы включали экономико-статистический, абстрактно-логический, регрессионный, графический и экспертную оценку. Благодаря обновлению ассортимента масличных культур, расширению ареала их использования и растущему спросу за последние 30 лет произошло радикальное увеличение площадей и валовых сборов масличных культур. С увеличением спроса на семена масличных культур из-за недостаточных объемов поставки семян отечественной селекции возникли коммерческие перспективы для международных селекционно-семеноводческих компаний, активно продвигающих селекционные достижения и производственные системы. Анализ Государственных реестров России, Украины, Беларуси и Казахстана позволил идентифицировать главные селекционные инновации последних лет: гибридные системы, устойчивость к гербицидам и улучшение жирнокислотного состава. Инновации в агропромышленном комплексе ведут к переформатированию рынка агротехнологий в виде совокупного предложения подходов, решений, семян с повышенной добавленной стоимостью, систем защиты посевов и цифровых решений.

Ключевые слова: масличные культуры; семенной рынок; сортосмена; сорта; гибриды; селекция; агротехнологии; устойчивость к гербицидам; высокоолеиновые гибриды

Введение

Селекционные достижения лежат в основе системы семеноводства, которая совершенствуется по мере развития сельскохозяйственного производства. Развитие новых агротехнологий привело к концентрации семеноводства и способствовало смене потребностей семенного рынка. Это стало возможным благодаря прогрессу селекции и генетики. На смену сортов у большинства культур стали продвигать гибриды, обеспечивающие наиболее быстрый и эффективный способ возврата средств, инвестированных в селекцию, а также готовые решения, представляющие собой составляющие агротехнологий.

Целью статьи был анализ селекционных инноваций на семенных рынках РФ и стран ближнего зарубежья.

Объекты и методы исследования

Анализировали статистические данные Федеральной службы государственной статистики РФ, Государственной службы статистики Украины, Министерства Национальной Экономики Республики Казахстан, Комитета по Статистике Национального статистического комитета Республики Беларусь [7 – 10], национальные реестры Беларуси, Казахстана, России, Украины [3 – 6]. Методы включали экономико-статистический, абстрактно-логический, регрессионный, графический, а также экспертную оценку.

Результаты и обсуждение

Мировое производство масличных культур оценивается в 577 млн. т в 2017 г., при росте на 38% за 10 лет. Благодаря растущему спросу в РФ и странах ближнего зарубежья также за последние 30 лет произошло радикальное увеличение площадей и валовых сборов масличных с появлением на рынке нового поколения сортов и высокотехнологичных гибридов. Этому способствовали глобальные изменения климата и программы диверсификации производства зерновых культур.

По статистическим данным за период с 1990 по 2018 год (29 лет) площади под масличными культурами увеличились многократно. Так, посевные площади подсолнечника в РФ возросли с 2739 тыс. га в 1990 г. до 7994 тыс. га в 2018 г., т.е. в 3 раза; в Украине с 1636 тыс. га до 6034 тыс. га, или более чем в 3,6 раза, в Казахстане – в 6,5 раз до 896 тыс. га [7, 8, 10].

Посевные площади рапса в Беларуси выросли с 49 тыс. га в 1990 г. до 359,2 тыс. га в 2017 г. – более чем в 7,3 раза [9]. В этот период произошло кратное увеличение площадей рапса в России с 258 тыс. до 851 тыс. га, в Украине с 90 тыс. га до 974 тыс. га, в Казахстане с 35 до 255 тыс. га.

Вырос интерес к источнику дешевого кормового белка – к сое, посевные площади которой увеличились в Казахстане с 23 тыс. га до 138 тыс. га за период 1995 – 2018 гг., в России – с 675 до 2635,8 тыс. га. В Украине культура заняла 1709,4 тыс. га в 2018 г. [7, 8].

Посевные площади основных масличных культур в РФ и странах ближнего зарубежья представлены на рис. 1.

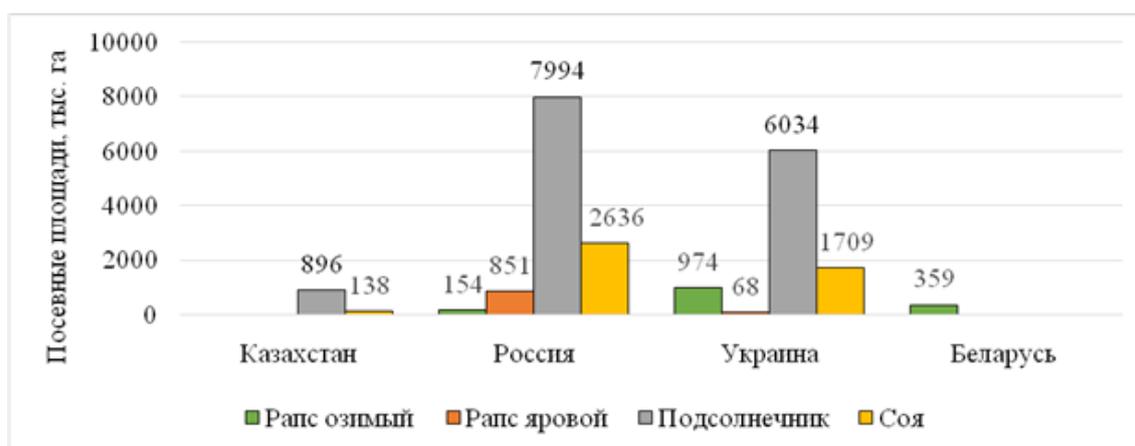


Рис. 1 Посевные площади масличных культур 2018 г., тыс. га

Вместе с развитием новых методов и подходов в селекции, меняющимися требованиями современного рынка, расширением сферы использования растительного сырья, изменились агротехнологии и, соответственно, нормы высева рапса с 20 – 25 кг/га до 4 кг/га. В меньшей степени произошло снижение норм высева подсолнечника и сои.

Внедрение гибридов увеличило емкость семенных рынков в денежном выражении и способствовало расширению ареала возделывания, росту урожайности подсолнечника и рапса. Так, за период 1990 – 2018 гг. урожайность подсолнечника в РФ увеличилась с 1,37 т/га до 1,45, в Украине – с 1,58 до 2,14 ц/га, в Казахстане с 0,92 до 1,02 т/га. Урожайность рапса за тот же период удвоилась в Беларуси с 0,65 до 1,81 т/га; в РФ урожайность рапса ярового с 0,94 до 1,45 т/га и сои с 1,11 до 1,41 ц/га [7 - 10] (рис. 2).

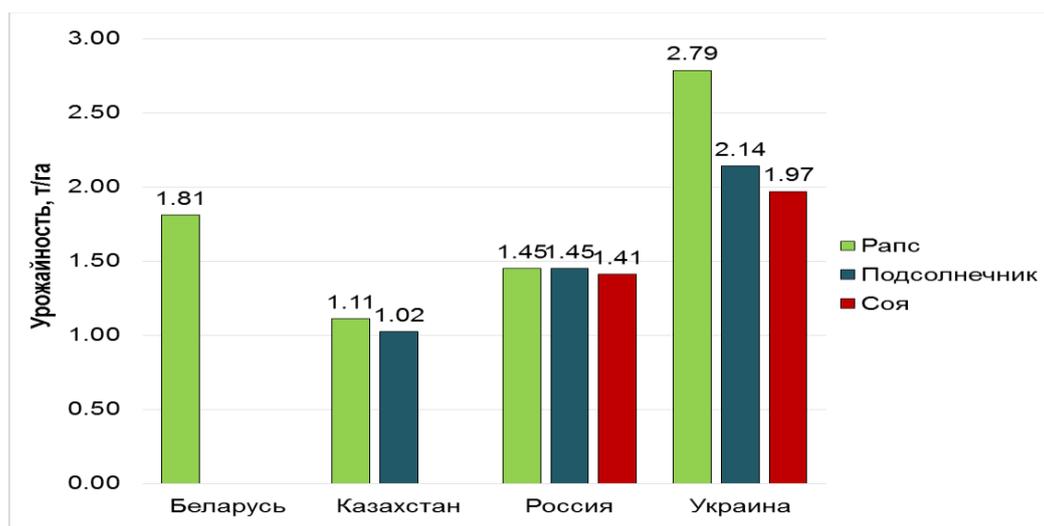


Рис. 2 Урожайность основных масличных культур в СНГ в 2017 г.

Выведение сортов технологически проще, но уступает гибридам в объемах и темпах возврата средств, потраченных на селекционную программу. Так, до 20% высеваемых семян сои в РФ относятся к категории сертифицированных, т.е. реализуемых на рынке, а остальные 80% – внутривладельческого использования. Законодательство РФ и стран ближнего зарубежья не позволяет собирать роялти за их внутривладельческое воспроизводство. То есть семена реализуют лишь на 20% площадей, занимаемых сортавыми посевами, рассчитывая также на лицензионные платежи. При использовании гибридов на 100% площадей используют семена F₁, приобретенные на рынке.

С увеличением производственных площадей под масличными культурами возрастает потребность в сорimente и качественных семенах. Оказалось, что национальные селекционно-семеноводческие предприятия были не способны в полной мере обеспечить потребность в семенах. Не хватало современных заводов по подготовке (дражированию, калибровке и протравливанию) семенного материала мелкосемянных культур.

Национальные научно-исследовательские учреждения выводят новые перспективные сорта, но при недостаточном бюджетном и рыночном финансировании селекционных программ расширенного воспроизводства не происходит. Улучшение эффективности селекционных программ невозможно без создания экономико-правовых условий для совершенствования внебюджетного финансирования.

В условиях роста рынков масличных культур и отставания национальной селекции крупные международные селекционно-семеноводческие компании, стали активно продвигать агротехнологии, гибриды и сервисы. В последние годы доля семян иностранной селекции постоянно растет, несмотря на административные меры сдерживания.

Как следствие, в Госреестре РФ на допуске 56% зарегистрированного соримента рапса ярового и 86% озимого представлено сориментом оригинаторов-нерезидентов. Треть соримента рапса в Госреестре РФ представлена германской селекцией, в т.ч. 24 гибридами компании «NPZ-Lembke». Широко представлен соримент французских оригинаторов (8%), швейцарских (12%), американских от компаний «Pioneer» и «Monsanto», США (6 и 8% соответственно) [3].

По данным Россельхозцентра РФ доля семян иностранных сортов сельскохозяйственных культур в 2017 г. составила 59,4% по подсолнечнику, 46,1% по

рапсу озимому, 28,8% по сое. По оценке В.М. Лукомца, директора ФГБНУ «ФНЦ ВНИИМК им. В.С. Пустовойта» 61% высеянных в 2018 г. семян подсолнечника было иностранной селекции. По данным ФТС РФ, в 2017 г. в страну было завезено 85,7 тыс. т импортных семян на 24,1 млрд. руб.

Лидером масложировой отрасли стран постсоветского пространства остается подсолнечник. Доля национального зарегистрированного сортимента в Госреестре РФ составляет 18%. Из международных семенных компаний на рынке РФ наиболее активна в регистрации компания «Euralis» (9,2% от общего числа гибридов в реестре). Сортимент компаний «Syngenta», «Maisador» и «Societa RAGT 2N» в реестре РФ занимает от 5 до 5,5% от числа зарегистрированных селекционных достижений. Компании «Pioneer» и «Limagrain» представлены 22 гибридами, по 3,4% каждая. Помимо французских и германских, представлены аргентинские и турецкие семенные компании.

В Казахстане доля сортимента, включенного в Государственный реестр селекционных достижений, рекомендованных к использованию в РК оригинаторов-нерезидентов по подсолнечнику оказалось 73%, по сое – 58%, рапсу яровому – 83% [4].

Список зарегистрированных гибридов рапса озимого в Реестре Беларуси за период с 1998 по 2018 год состоит на 75% из сортимента нерезидентов, в том числе 36,5% гибридов лидеров германской селекции («NPZ-Lembke», «DSV», «KWS» и «Bayer»), 15% – продуктов «Monsanto», 8,1% – французских и швейцарских оригинаторов [5].

В Украине 16% из 56 зарегистрированных селекционных достижений рапса ярового представлено отечественными сортами; у рапса озимого – 16% из 271 наименований. Примерно по 5% сортимента зарегистрировано европейскими компаниями «Limagrain», «Bayer», «Euralis». В целом в странах СНГ доля сортимента подсолнечника национальной селекции не превышает 25% [6].

Создание гибридных систем стало важнейшей инновацией благодаря эффективному механизму возврата средств, вложенных в селекцию. Первый гибрид подсолнечника был включен в Госреестр РФ на допуске в 1984 г., а в Казахстане – в 1993 г. В настоящее время 90% площадей подсолнечника РФ и стран ближайшего зарубежья засеваются семенами ЦМС-гибридов. Распространение ЦМС-гибридов рапса началось в последнее десятилетие XX века (в Белоруссии в 2005 г.) и в настоящее время превышает более 60%. Тиражирование данной инновации происходит в селекции других культур; над гибридными системами сои работают многие компании, например, в Китае.

Производственная система Clearfield® внедрена вместе с регистрацией гибридов подсолнечника, устойчивых к гербицидам на базе имидазолинонов, в РФ с 1992 г., в Казахстане в 2011 г. Данная инновация получила распространение на рапсе с 2010 г. вместе с регистрацией устойчивых к гербицидам гибридов в СНГ. Устойчивость к гербицидам на основе сульфонилмочевины – следующая селекционная инновация подсолнечника, пока не получившая распространение на рапсе. Высокоолеиновые гибриды подсолнечника появились в РФ в 2010 г.; в настоящее время уже коммерциализуют высокоолеиновые гибриды рапса. Ожидается дальнейшее тиражирование данных селекционных инноваций, а также сочетание нескольких инновационных признаков в одном, как например, устойчивости генотипов к разным гербицидам.

В целом же сорта масличных культур вытесняются гибридами; увеличивается доля устойчивого к гербицидам сортимента, с улучшенным жирно-кислотным составом. В селекции ряда культур актуальность приобретает устойчивость к

глифосату, глюфосинату, имидазолиномам, 2,4-D, изоксазалону, дикамбе, сульфониломочевинам, мезотриону и бромоксилилу.

Ведущую роль в процессах глобализации играет тройка мировых лидеров, контролирующая треть семенного рынка. Это концерн «Bayer», поглотивший «Monsanto» и совокупными продажами семян, оцениваемыми в 10,6 млрд. долларов; «Corteva Agriscience» – аграрное подразделение компании «DuPont Dow», возникшей от слияния компаний «DuPont Crop Protection», «DuPont-Pioneer» и «Dow Agro Sciences» (7,3 млрд) и Syngenta, сменившая швейцарских собственников на китайскую ChemChina (2,3 млрд).

Требуемое широкими кругами усиление господдержки селекционно-семеноводческого комплекса само по себе не способно улучшить национальные селекционные программы без кардинального реформирования структуры НИУ, использования современных бизнес-моделей при коммерциализации [2, 11, 12], гармонизации правовой базы, совершенствования мотивации ученых, изменения парадигмы аграрного образования [1], а также снижения административного регулирования.

Выводы

1. На примере сегмента масличных культур стран постсоветского пространства показаны признаки глобальной трансформации АПК. Инновации служат драйверами глобальной трансформации агропромышленного комплекса, ведущего к переформатированию рынка агротехнологий в виде совокупного предложения инновационных подходов, семян большей добавленной стоимостью, защиты растений, цифровых решений и баз данных.

2. Международные селекционно-семеноводческие компании наращивают свое присутствие на рынке семян масличных культур в РФ и стран ближнего зарубежья на основе коммерциализации селекционных достижений с помощью современных бизнес-моделей.

3. Наиболее значимыми селекционными инновациями на рынке масличных культур последних десятилетий стали гибридные системы, производственные системы на основе устойчивости к гербицидам, улучшения жирнокислотного состава.

Список литературы

1. Гончаров С.В. Аграрное образование: крутое пике // Селекция, семеноводство и генетика. – 2018. – №2 (20). – С. 20–23.

2. Гончаров С.В. Селекция озимой пшеницы: в поисках совершенствования механизма финансирования // Вестник ВГАУ, 2016. – № 3 (50). – С. 18–32. – http://vestnik.vsau.ru/wp-content/uploads/2016/11/ВЕСТНИК-3_50_2016.pdf DOI: 10.17238/issn 2071-2243. – 2016.3.18

3. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Том 1. Сорта растений. – <http://reestr.gossort.com>. – Дата обращения 04.03.2019.

4. Государственный реестр селекционных достижений, рекомендуемых к использованию в Республике Казахстан. – <http://gossort.com>. – Дата обращения 06.03.2019.

5. Государственный реестр сортов. – <http://sorttest.by>. – Дата обращения 09.03.2019.

6. Державна служба статистики України. – <http://www.ukrstat.gov.ua>. – Дата обращения 22.02.2019.

7. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2017 рік. – <http://sops.gov.ua>. – Дата обращения 11.03.2019.

8. Министерство Национальной Экономики Республики Казахстан Комитет по Статистике. – <http://stat.gov.kz>. – Дата обращения 22.02.2019.
9. Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – <http://www.belstat.gov.by/>. – Дата обращения 28.02.2019.
10. Федеральная служба государственной статистики. – <http://www.gks.ru>. – Дата обращения 20.02.2019.
11. Федотов В.А., Гончаров С.В., Савенков В.П. Рапс России. – М.: Агролига России, 2008. – 336 с.
12. Федотов В.А., Гончаров С.В., Столяров О.В. и др. Соя в России / Под ред. В.А. Федотова, С.В. Гончарова. – М.: Агролига России, 2013. – 431 с.

Статья поступила в редакцию 15.05.2019 г.

Goncharov S.V., Dolgikh L.A. Analysis of essential oil crops market trends // Bull. of the State Nikita Botan. Gard. – 2019. – № 132. – P. 120-125.

The analysis of an oil crop seed market development in Russia and ex-USSR countries for 30 years was made in relation with speed of a breeding innovation adaptation. Economics and statistics analysis, abstract-logical, regression, graphic and expert analysis were used as the methods. There has been a radical increase in oilseed acreage, as well as gross yields due to shortened crop seed lifecycle, differentiation of their end use, and the growing demand over the last 30 years. Commercial prospects for seed market have released up for non-resident seed companies which have come in with adapted hybrids and services, advanced agricultural technologies, production systems due to many reasons like oilseed demand growth and insufficient seed supply by domestic breeding organizations. The analysis of Russian, Ukrainian, Belarusian and Kazakh State Registries allowed to identify main breeding innovations: hybrid systems, a herbicide tolerance and a high oleic oilseed. Development of agricultural innovations leads to the re-shaping of growing technology market as bundled offer of integrated solutions, high value seeds, crop protection products and digital approaches.

Key words: *oilseeds; seed market; seed lifecycle; varieties; hybrids; breeding; production technologies; herbicide tolerance; high oleic hybrids*

УДК 633.18:631.523:631.527.5

DOI: 10.25684/NBG.boolt.132.2019.17

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДИСКРИМИНАНТНОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ОЦЕНКИ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РАССТОЯНИЙ МЕЖДУ ОБРАЗЦАМИ РИСА ПРИ ПОДБОРЕ ПАР ДЛЯ ГИБРИДИЗАЦИИ

**Юлия Константиновна Гончарова, Евгений Михайлович Харитонов,
Надежда Ивановна Гапишко, Анжелика Анатольевна Якунина**

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Всероссийский научно-исследовательский институт риса»
Россия, 350921, г. Краснодар, пос. Белозерный, 3
ООО «Аратай» Сколково,

Россия, г. Москва, тер. Сколково Инновационного Центра, ул. Нобеля, д. 7
E-mail: yuliya_goncharova_20@mail.ru

Сорта отечественной селекции изучали на четырех фонах минерального питания для анализа варибельности 24 признаков. При использовании дискриминантного анализа закладка опыта, обеспечивающая широкое варьирование признака позволяет более достоверно оценить генетические дистанции между образцами и оценивать не только морфологические признаки, но и реакцию сорта на изменение среды. В результате исследования выделены комбинации с максимальными расстояниями между родительскими формами, которые характеризуются повышенной вероятностью гетерозиса по ряду признаков.

Ключевые слова: *сорт; рис; признаки; гибридизация; образец*

Введение

Во многих исследованиях для оценки генетических расстояний между образцами используют различные варианты кластерного или регрессионного анализов, несмотря на то, что дискриминантный анализ позволяет получить больше информации [1 – 4]. Например, выявить признаки, определяющие максимальные различия между сортами, выявить оптимальные пары для гибридизации на основании генетических расстояний между сортами и полиморфизм по комплексу признаков внутри сорта, разработать генетические паспорта сортов. Паспортизация сортов риса подразумевает несколько важных аспектов, которые могут свести на нет результаты исследования [5 – 7]. Прежде всего, это вариабельность признаков сортов в зависимости от условий среды, так как без учета этого признака паспорт сорта будет применим только при выращивании его в строго контролируемых условиях. Для выявления размаха варьирования признаков используют стрессовые фоны: засоление, засуха, высокие и низкие температуры, различные уровни минерального питания, в значительной мере изменяющие как урожайность, так и эффективность фотосинтеза [8, 11, 12]. Целью работы было изучение вариабельности признаков отечественных сортов риса в зависимости от условий среды для оценки генетических расстояний между образцами риса при подборе пар для гибридизации.

Объекты и методы исследования

Объектом исследования стали тридцать семь сортов отечественной селекции из коллекции ВНИИ риса, их изучали на четырех фонах (6 лизиметр – контроль $N_{120}P_{60}K_{60}$ 200 растений/м²; 5 – низкий уровень минерального питания $N_{120}P_{60}K_{60}$; 7 – засоление в фазу кущения (концентрация соли 0,35%); 4 – загущение – 400 растений/м², $N_{120}P_{60}K_{60}$.) для изучения вариабельности признаков сорта в зависимости от условий среды. Образцы риса изучали по комплексу из двадцати четырех признаков, представленных в таблице 1, в анализ брали 10 растений сорта каждого варианта.

Результаты и обсуждение

Результаты дисперсионного анализа показали достоверность различий условий среды в лизиметрическом опыте и сортов по комплексу изучаемых признаков. Размах варьирования признаков у сортов риса был значительным по всем характеристикам, однако признаки, характеризующие продуктивность, имели его максимальные значения. Максимальная масса главной метелки была у растений 7 лизиметра, которые характеризовались сниженным количеством продуктивных стеблей. Стандартизированные коэффициенты дискриминантных функций указывают на признаки, определяющие максимальные различия между сортами (табл. 1). Анализ стандартизированных коэффициентов дискриминантных функций показал, что основной вклад в межсортовые различия вносят признаки: высота растения, длина флага и признаки продуктивности.

Таблица 1

Стандартизированные коэффициенты дискриминантных функций

Признаки	Дискр. 1	Дискр 2	Дискр 3	Дискр. 4
1	2	3	4	5
Высота растения, см	0,71	0,49	0,35	-0,68
Длина метелки, см	0,37	-1,18	-0,11	0,70
Длина флага, см	-0,54	-0,68	0,04	-0,24
ширина флага, см	-0,37	-0,05	-0,60	0,47

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5
Длина язычка флага, см	-0,07	0,12	0,28	0,31
Длина язычка 1-го листа, см	-0,30	-0,07	0,33	-0,44
Длина язычка 2-го листа, см	-0,30	-0,07	0,10	0,24
Выход метелки, см	0,82	0,46	0,09	0,36
Расстояние от флага до 1-го листа, см	0,06	0,43	-0,15	-0,28
Длина от 1-го до 2-го листа, см	0,01	0,24	-0,14	0,10
Длина 1-го листа, см	-0,29	0,28	0,39	-0,16
Длина 2-го листа, см	0,23	-0,12	0,16	-0,21
Ширина 1-го листа, см	-0,47	0,38	-0,21	0,22
Ширина 2-го листа, см	0,32	-0,07	0,42	0,29
Высота прикрепления колоска, см	0,14	0,01	0,24	-0,18
Масса главной метелки, г	-0,67	0,66	-0,28	-1,05
Масса зерна главной метелки, г	-0,26	0,09	-0,04	0,30
Кол-во пустых, шт.	-0,60	0,33	-0,58	-0,25
Масса мякины, г	0,11	0,03	0,05	0,22
Масса 1000 зерен, г	-0,12	0,07	0,22	0,26
Кол-во выполненных колосков, шт.	1,14	-2,30	2,43	2,25
Всего колосков, шт.	-0,62	1,93	-1,38	-1,11
Пустозерность, %	0,27	-0,79	1,21	1,25
Плотность метелки, шт./см	0,09	-0,25	0,23	0,09
Соб. зн.	6,84	4,15	1,55	1,40
Кум. доля	0,45	0,72	0,82	0,91

Дискр. – дискриминантная функция

Достоверно образцы разделяют по комплексу признаков 16 дискриминантных функций. В таблице 2 приведены квадраты расстояний Махаланобиса между образцами риса, характеризующие генетическую дистанцию по комплексу изучаемых признаков. Крупнозерные сорта Крепыш, Капелька, Казачок-4, Анаит и длиннозерный сорт Ивушка могут быть источниками признаков продуктивности для отечественных сортов риса. К аналогичным результатам пришли ученые Китая, проводя отбор по «сосущей силе образца», имеется в виду увеличение размеров аттрагирующих органов (зерновки).

Таблица 2

Квадраты расстояний Махаланобиса между образцами риса

Сорт	Смуглянка	Станичный	Снежинка	Крепыш	Орион	Олимп
1	2	3	4	5	6	7
Аполлон	17,50	7,21	35,51	78,38	11,27	11,16
Полевик	7,11	14,27	24,38	58,85	10,40	13,88
Гагат	22,95	35,28	44,61	73,78	32,86	44,15
Кумир	16,42	14,91	34,41	82,05	9,64	10,38
Капелька	35,63	57,65	46,48	24,50	58,94	58,41
Атлант	10,73	6,15	21,25	75,50	12,54	13,18
Ивушка	25,76	36,23	31,34	70,48	46,54	53,64
Исток	4,61	10,34	15,59	67,80	8,96	7,76
Рапан	5,20	13,80	22,73	65,92	8,27	12,83
Флагман	3,77	11,13	16,12	71,42	7,50	8,87
Анаит	22,81	42,49	38,58	55,05	44,91	46,11
Партнер	4,08	17,14	21,21	52,48	14,35	15,17
Злата	6,30	21,35	14,49	53,87	15,21	20,86

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7
Кураж	21,53	24,36	43,83	60,17	29,15	31,62
Казачок 4	27,30	40,45	37,38	41,28	49,46	56,31
Мавр	23,93	27,02	35,19	92,08	26,50	38,31
Шарм	11,87	23,46	18,30	62,77	23,98	33,20
Фаворит	5,27	13,88	22,70	67,14	9,97	12,92
Привольный	3,69	11,64	15,24	67,94	8,77	6,85
Каприз	8,50	7,62	17,00	76,87	5,56	5,99
Гамма	2,42	8,19	13,85	64,87	7,81	11,28
Паритет	9,77	8,94	21,13	58,89	8,50	10,10
Наташа	13,00	21,10	25,26	72,26	24,76	32,75
Дождик	12,53	23,69	21,28	60,35	17,44	17,59
Визит	7,74	11,21	30,19	71,26	12,00	11,66
Соната	3,62	13,25	13,16	60,76	12,87	11,69
Сонет	9,10	10,10	31,39	61,42	12,73	15,59
Диамант	2,27	13,31	17,78	66,26	11,64	13,99
Виктория	10,75	24,78	28,21	78,57	21,28	22,71
Южный	12,20	9,93	26,01	68,96	8,59	4,96
Ласточка	7,83	14,89	22,82	66,09	11,34	12,12
Станичный	14,13	0,00	23,92	77,15	9,15	11,56
Снежинка	14,26	23,92	0,00	75,00	25,54	25,54
Крепыш	60,81	77,15	75,00	0,00	78,09	81,47

Расстояния Махалонобиса от сорта Крепыш до других отечественных сортов варьировало от 24,5 условных единиц (до сорта Капелька), до 92 у.е. до сорта Мавр. У сортов Капелька, Анаит и Казачок-4 размах варьирования был меньше от 17, 62 (между сортами Казачок-4 и Капелька до 66,9 (Капелька и Мавр). Минимальные генетические расстояния, не превышающие 3 у.е. отмечены между сортами: Флагман и Патриот, Гамма 1,87; Олимп и Южный 1,21. Также генетически близки сорта Исток, Рапан, Флагман, Привольный 4, что говорит о низкой вероятности гетерозисного эффекта при их гибридизации. Признаки, дифференцирующие все сорта и отдельные группы сортов не идентичны, так, генетические различия длиннозерных сортов связаны с признаками: количество выполненных колосков, масса главной метелки, выход метелки, высота растения. Аналогичные признаки дифференцируют крупнозерные сорта. Для других групп, в дополнение к перечисленным признакам, характерны различия по количеству пустых колосков, выходу метелки, длине флага. Комбинации с максимальными расстояниями между родительскими формами характеризуются повышенной вероятностью гетерозиса по ряду признаков [9, 10].

Закладка опыта, обеспечивающая широкое варьирование признака позволяет более достоверно оценить генетические дистанции между образцами и оценивать не только морфологические признаки, но и реакцию сорта на изменение среды.

Выводы

1. При использовании дискриминантного анализа для оценки генетических расстояний между образцами риса при подборе пар для гибридизации закладка опыта, обеспечивающая широкое варьирование признака, позволяет более достоверно оценить генетические дистанции между образцами и оценивать не только морфологические признаки, но и реакцию сорта на изменение среды.

2. В результате исследования выделены комбинации с максимальными расстояниями между родительскими формами, которые характеризуются повышенной вероятностью гетерозиса по ряду признаков.

Работа выполнена при поддержке гранта Российского научного фонда № 19-16-00064

Список литературы

1. Гончарова Ю.К., Гронин В.В., Литвинова Е.В., Очкас Н.А., Тарасов Я.В. Локализация и маркирование генов, определяющих количественные признаки у образцов риса // Наука Кубани. – 2009. – № 3. – С. 54–58.
2. Гончарова Ю.К. Генетика признаков, определяющих содержание пигментов у риса // Вестник РАСХН. – 2010. – С. 45–47.
3. Драгавцев В.А. Эколого-генетическая организация количественных признаков растений и теория селекционных индексов // Экологическая генетика культурных растений. – Краснодар: ВНИИ риса. – 2012. – С. 31–50.
4. Очкас Н.А. Оценка и группировка селекционного материала по элементам структуры урожайности: Дисс. ... канд. с.-х. наук: 06.01.05 / Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина. – Краснодар, 2017. – 177 с.
5. Тюрин В.В., Морев И.А., Волчков Ю.А. Дискриминантный анализ в селекционно-генетических исследованиях: практикум. – Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2003. – 24 с.
6. Тюрин В.В., Щеглов С.Н. Дискриминантный анализ в биологии: монография. – Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2015. – 126 с.
7. Уджуху А.Ч., Очкас Н.А., Бобко Н.М., Вожегова Р.А. Озимая пшеница в рисовых севооборотах Краснодарского края // Рисоводство. – 2003. – № 3. – С. 96.
8. Харитонов Е.М., Гончарова Ю.К. Гетерозис у риса проблемы и перспективы. Краснодар. – 2016. – 150 с.
9. Харитонов Е.М., Гончарова Ю.К. О генетико-физиологических механизмах солеустойчивости у риса (*Oryza sativa* L.) // Сельскохозяйственная биология. – 2013. – № 3. – С. 3–11.
10. Харитонов Е.М., Гончарова Ю.К., Иванов А.Н. Применение кластерного анализа для разделения сортов по реакции на изменение условий среды // Вестник РАСХН. – 2014. – № 6. – С. 32–35.
11. Харитонов Е.М., Гончарова Ю.К., Иванов А.Н. Совершенствование методов оценки селекционного материала // Доклады РАСХН. – 2014. – № 4. – С. 8–3.
12. Харитонов Е.М., Гончарова Ю.К., Малюченко Е.А., Очкас Н.А., Бруяко В.Н., Бушман Н.Ю. Перспективные направления селекции на адаптивность к стрессам и повышение экологичности производства риса в РФ // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2016. – № 60. – С. 314–320.

Статья поступила в редакцию 29.05.2019 г.

Goncharova Yu.K., Kharitonov E.M., Gapishko N.I., Yakynina A.A. Discriminant analysis use for validation of genetic distance between the samples of rice in case of a pair selection for hybridization // Bull. of the State Nikita Botan. Gard. – 2019. – № 132. – P. 125-129.

The varieties of a domestic breeding were studied against the four backgrounds of an inorganic nutrition for the analysis of the variability of 24 attributes. When discriminant analysis uses, the experience tab, which provides a wide variation of the trait, makes it possible to validate more reliably the genetic distance between the samples and evaluate not only morphological traits, but also the variety's response to changes in the environment. As a result of the study, the combinations with the maximum distance between the parental forms are distinguished, which are characterized by an increased probability of heterosis in a number of ways.

Key words: *variety, rice, traits, hybridization, sample, discriminant analysis, genetic distance*

УДК 633.112.9: 631.527

DOI: 10.25684/NBG.boolt.132.2019.18

ТИХОН – НОВЫЙ СОРТ ТРИТИКАЛЕ ОЗИМОЙ СЕЛЕКЦИИ НЦЗ ИМ. П.П. ЛУКЬЯНЕНКО

Виктор Яковлевич Ковтуненко, Владимир Владимирович Панченко,
Алексей Петрович Калмыш

ФГБНУ «Национальный Центр Зерна им. П.П. Лукьяненко»,
350012, Краснодарский край, г. Краснодар, п/о12, КНИИСХ,
E-mail: wheat@mail.ru

С 2019 года в Государственный реестр селекционных достижений внесен новый сорт тритикале озимой Тихон по Северо-Кавказскому (6) региону РФ. Сорт получен методом межсортовой гибридизации в пределах рода *Triticale* и двукратным индивидуальным отбором в F₂, F₃ гибридной популяции Ярило / 0-113т12 // 01-184т14. В генеалогию Тихона вошли знаменитые сорта тритикале: АД-206, АД-60, АДП-2, АД Зеленый, пшеницы: Полукарликовая 71, Северокубанка, Альбидум 114, Крошка, Победа 50, Скифянка и рожь Саратовская 4, ЕМ-1, Naruchiban. Тихон обладает высокой продуктивностью и высоким адаптивным потенциалом. Урожайность в КСИ по предшественникам за 2015 – 2018 гг., в сравнении со стандартом Брат, составила: по занятому пару 113,9 ц/га (+10,5 ц/га), пшенице 109,5 (+17,0 ц/га), кукурузе на зерно 120,2 (+25,8 ц/га), подсолнечнику 105,2 (+16,6 ц/га). Средняя урожайность за четыре года составила 112,2 ц/га, что на 17,4 ц выше стандарта.

По длине вегетации сорт – раннеспелый, выколашивается на 9 дней раньше стандартного сорта Брат. По высоте – короткостебельный (110 – 115 см), устойчив к полеганию. Морозостойкость средняя, на уровне стандартного сорта Брат. Зерно крупное, светлокрасное, полуудлиненное, масса 1000 зерен до 52 г, натура 755 г/л, содержание белка в зависимости от года возделывания и предшественника составляет от 12,0 до 14,0%. По хлебопекарным свойствам Тихон не выделяется, муку можно использовать для выпечки печенья, кексов и хлеба по ржаным технологиям или в смеси с пшеничной мукой. На фоне искусственного заражения проявляет иммунитет к желтой ржавчине, мучнистой росе, пыльной головне. Высоко устойчив к твердой головне, устойчив к септориозу. Умеренно восприимчив к бурой ржавчине. К фузариозу колоса проявляет восприимчивость.

Ключевые слова: *тритикале; скороспелость; сорт; индивидуальный отбор; урожайность; натура; белок; клейковина*

Введение

Для конкуренции с другими зерновыми культурами в любом конкретном районе недостаточно, чтобы тритикале оказалось равным существующим видам зерновых культур, оно должно превосходить их, по меньшей мере, по одному важному свойству, будь то урожайность, качество, устойчивость к болезням или неблагоприятным факторам среды. Высокий потенциал продуктивности, повышенное содержание белка в зерне, высокая зимостойкость, комплексный иммунитет к большинству грибных заболеваний, способность произрастать на бедных эродированных почвах, устойчивость к неблагоприятным факторам среды, экологическая чистота, отзывчивость на интенсивные приемы агротехники – позволили тритикале за короткий исторический период занять свое место в системе мирового зернового производства, наряду с пшеницей озимой, рожью, ячменем, овсом.

Касаясь вопроса селекции тритикале, профессор В.Е. Писарев указывал, что главной задачей является разработка эффективных методов, которые позволили бы новой культуре пройти в кратчайший срок период положительной эволюции, на который древним земледельцам и селекционерам понадобились целые тысячелетия [5] Прежде всего, по его мнению, необходимо повышать плодовитость, улучшать физические и технологические качества зерна, создавать скороспелые и устойчивые к полеганию формы, это в высокой степени актуально и в нашей селекционной программе.

Для обогащения генофонда тритикале большое внимание уделяется использованию в гибридизации последних достижений по селекции пшеницы мягкой, ржи и тритикале. В нашей селекционной программе скрещивания направлены на синтез отдаленных пшенично-ржаных и тритикально-пшеничных гибридов, скрещивание F₁ отдаленных гибридов с тритикале и пшеницей, гибридизация озимых и яровых образцов. При этом мы руководствуемся принципом П.П. Лукьяненко – привлечением в скрещивания географически и экологически отдаленных родительских форм.

За сорок пять лет селекционной работы с культурой тритикале в НЦЗ им. П.П. Лукьяненко пройден путь от изучения коллекционных образцов и синтеза первичных тритикале до разработки и апробации схемы селекционного процесса и создания сортов. Применяемая нами схема селекции позволила создать сорок шесть сортов тритикале. Сорты Уллубий, Уралан, Инал, Венец, Савва находятся в Государственном испытании, а сорта Илия, Слон, Тимур начнут испытываться с 2019 года.

С 2019 года в Государственный реестр селекционных достижений по Северо-Кавказскому (6) региону РФ внесен новый сорт озимой тритикале Тихон.

Объекты и методы исследований

Полевые и лабораторные исследования выполнялись на базе селекционных питомников отдела селекции и семеноводства пшеницы и тритикале НЦЗ им. П.П. Лукьяненко с использованием современных методик получения исходного материала и схемы селекционного процесса принятой в отделе.

Результаты и обсуждение

Биологической особенностью тритикале является замедленный ход всех процессов развития, особенно формирования эндосперма, что приводит к затягиванию созревания зерна. Многие формы тритикале, цветущие одновременно с пшеницей, созревают на 3 – 10 дней позже. Со скороспелостью тесно связана еще одна специфическая для тритикале проблема – прорастание зерна на корню, риск которого значительно возрастает при позднем созревании [7]. Зернокармозному сорто типу тритикале характерна высокая доля незерновой части в общей биомассе растения, что важно для кормовых культур. Селекция тритикале на больший выход зерна даст возможность создавать современные зерновые сорта. Эти проблемы решались при создании сорта Тихон.

Сорт Тихон (07-156т1-5) получен методом межсортовой гибридизации в пределах рода *Triticale* и двукратным индивидуальным отбором в F₂, F₃ гибридной популяции Ярило / 0-113т12 // 01-184т14. В основу сложно ступенчатого скрещивания был взят яровой сорт Ярило как источник интенсивности отрастания, скороспелости, вымолачиваемости и качества зерна, устойчивости к бурой ржавчине. Линии озимой тритикале 0-113т12 и 01-184т14 селекции НЦЗ им. П.П. Лукьяненко – источники устойчивости к болезням, продуктивности и морозостойкости. В генеалогию сорта Тихон вошли знаменитые сорта тритикале: АД-206, АД-60, АДП-2, АД Зеленый, пшеницы: Полукарликовая 71, Северокубанка, Альбидум 114, Крошка, Победа 50, Скифянка и рожь Саратовская 4, ЕМ-1, Naruchiban (рис. 1).

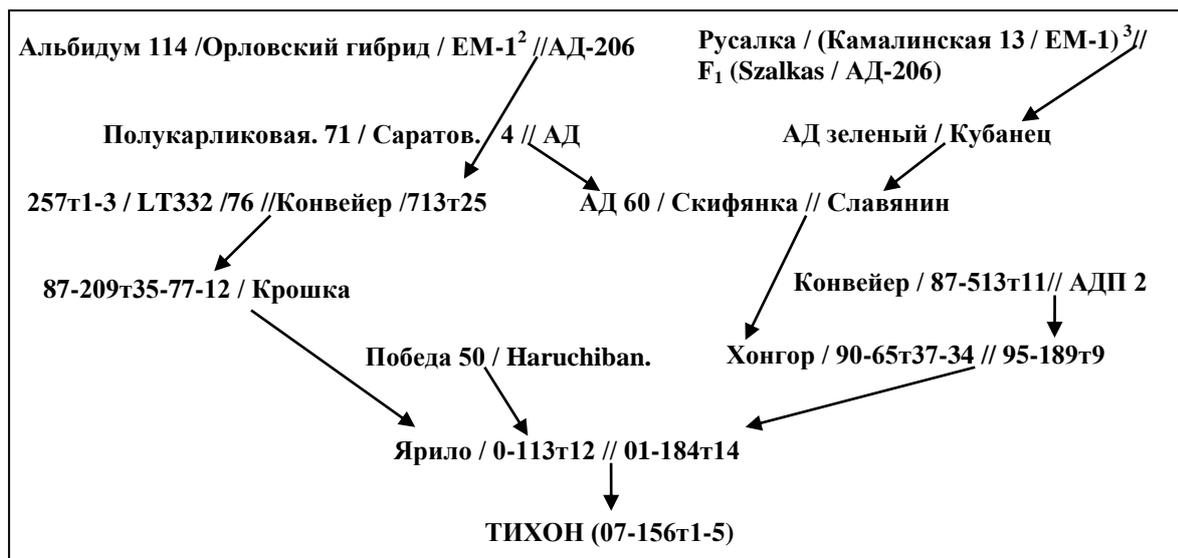


Рис. 1 Генеалогия сорта тритикале озимой Тихон

По длине вегетационного периода сорт Тихон – раннеспелый, выколашивается на 7 – 9 дней раньше стандартного сорта Брат. По высоте – короткостебельный (110 – 115 см), устойчив к полеганию. Морозостойкость средняя, на уровне стандартного сорта Брат. Зерно крупное, светло красное, полуудлиненное, масса 1000 зерен до 52 г, натура 755 г/л, содержание белка в зависимости от года возделывания и предшественника составляет от 12,0 до 14,0% (табл. 1).

Таблица 1

Характеристика сортов тритикале селекции НЦЗ им П.П. Лукьяненко, предшественник занятой пар, 2017г.

Признаки	Тихон	Отклонение от ст. Брат
Колошение, май	5	-9
Уровень морозостойкости	средний	средний
Высота растения, см	110	-20
Длина колоса, см	10,9	-1,3
Масса гл. колоса, г	3,63	+0,6
Число зёрен главного колоса, шт.	50,2	-3,7
Масса зерна с главного колоса, г	2,88	+0,67
Натура зерна, г/л	755	+13
Кхоз	47,1	+8,2
Масса 1000 зёрен, г	51,8	+11,0
Содержание белка, %	13,2	+1,0
Содержание клейковины, %	20,8	+1,9

Лист средней длины и ширины, со средним восковым налетом. Колос средней длины и плотности со средним восковым налетом, полуостистый, ости над кончиком колоса короткие. В фазу полной спелости колос белый, веретеновидный. Густота опушения шейки сильная. Колосковая чешуя в средней трети колоса средней величины, удлиненно овальная. Зубец колосковой чешуи короткий, прямой, острый, второй зубец и плечо отсутствуют. Киль выражен сильно.

По хлебопекарным свойствам Тихон не выделяется. Муку можно использовать для выпечки печенья, кексов и в смеси с мукой мягкой пшеницы (табл. 2).

Таблица 2

**Технологические показатели качества сорта озимой тритикале, КСИ 1, предшественник
подсолнечник, НЦЗ им П.П. Лукьяненко, 2015 – 2017 г.**

Показатель	Тихон			Брат		
	2015	2016	2017	2015	2016	2017
Протеин, %	14,0	13,4	12,0	14,0	13,3	10,9
Клейковина, %	21,0	22,0	19,2	18,8	18,0	14,3
Натура, г/л	703	692	746	674	669	727
Масса 1000 зерен, г	43,4	50,1	57,2	43,0	43,9	52,1
ИДК, е.п.	81	93	74	79	85	87
Пористость, балл	1,0	2,0	1,5	1,5	0,5	1,0
Эластичность, балл	1,0	2,5	0,5	2,0	0,5	1,5
Объем хлеба, см ³	480	565	400	510	560	450
ОХО, балл	3,0	3,1	2,5	3,2	2,9	2,8

На фоне искусственного заражения проявляет иммунитет к желтой ржавчине, мучнистой росе, пыльной головне. Высоко устойчив к твердой головне, устойчив к септориозу. Умеренно восприимчив к бурой ржавчине. К фузариозу колоса проявляет восприимчивость. В связи с восприимчивостью к фузариозу колоса имеет фитопатологический запрет при посеве по кукурузе на зерно в зонах с повышенной увлажненностью (табл. 3).

Таблица 3

**Иммунологическая характеристика сорта Тихон, инфекционный фон,
НЦЗ им. П.П. Лукьяненко, 2013 – 2015 гг.**

Название болезни	Поражение		
	Тихон	Брат	Индикатор Michigan amber
Бурая ржавчина, %, тип	40MS	40MS	100S
Желтая ржавчина, %	0	0	100
Септориоз, %	30	40	90
Мучнистая роса, %	0	0	90
Фузариоз колоса / зерна, балл	8/8	8/7	9/9
Твердая головня, %	6,2	0,5	91,8
Пыльная головня, %	0	0	29,4

Тихон относится к группе сортов с очень высокой зерновой продуктивностью. Урожайность в КСИ по предшественникам за 2015 – 2018 гг., в сравнении со стандартом Брат, составила: по занятому пару 113,9 ц/га (+10,5 ц/га), пшенице 109,5 (+17,0 ц/га), кукурузе на зерно 120,2 (+25,8 ц/га), подсолнечнику 105,2 (+16,6 ц/га). Средняя урожайность за четыре года составила 112,2 ц/га, что на 17,4 ц выше стандарта (табл. 4).

Таблица 4

Урожайность сорта Тихон, КСИ 1, НЦЗ им. П.П. Лукьяненко, 2015 – 2018 гг., ц/га

Предшественник	Тихон	Брат ст.	± к Брат	НСР ₀₅
Занятой пар	113,9	103,4	10,5	2,4*
Пшеница	109,5	92,5	17,0	
Кукуруза	120,2	94,7	25,8	
Подсолнечник	105,2	88,6	16,6	
Средняя	112,2	94,8	17,4	1,8**
НСР ₀₅ частных средних	6,8		-	-

*НСР₀₅ по фактору предшественник, **по фактору сорт

В экологическом и производственном испытаниях сорт Тихон подтвердил свою зерновую продуктивность, при этом максимальные величины урожайности составили свыше 100 ц с 1 га в различных климатических зонах РФ (табл. 5).

Таблица 5
Результаты экологического сортоиспытания тритикале озимой сорта Тихон, 2017г.

Пункт испытания	Вариант опыта	Урожайность, ц с 1 га
Опыты сортовой агротехники НЦЗ им П.П. Лукьяненко	среднее 12 вариантов	116,8
	максимальная	121,6
ОАО «Александровский конный завод»	0,42 га	110,9
Агрофирма «Новобатайская»	0,47 га	103,9
ЗАО «Артель» Курская область	предшественник пар	112,0
	предшественник соя	111,0

Выводы

Таким образом, в результате многолетней целенаправленной селекционной работы создан новый раннеспелый высокоурожайный сорт тритикале озимого Тихон. Он предназначен для использования на зернофураж в приготовлении комбикормов. В продовольственных целях может использоваться на выпечку печенья и хлеба по ржаной технологии и в смеси с пшеничной мукой, приготовлении спирта, в промышленности – для производства биоэтанола.

Рекомендуется высевать на высоком и среднем агрофоне по пропашным и колосовым предшественникам. Отзывчив на внесение минеральных удобрений.

Список литературы

1. *Грабовец А.И., Крохмаль А.В.* Селекция тритикале на Дону // Проблемы аграрного производства южного региона России (ландшафтная система земледелия, плодородие почв, селекция и семеноводство): материалы Междун. науч.-практ. конф. / Северо-Донецкая с.-х. опытная станция. – Ростов-на-Дону, 2004. – С. 149.
2. *Ковтуненко В.Я., Дудка Л.Ф., Панченко В.В.* Ярило – первый сорт яровой тритикале для Краснодарского края // Тр. Кубанского государственного аграрного университета. – Краснодар: КубГАУ, 2008. – Вып. №5 (14). – С. 84–88.
3. *Куркиев К.У.* Генетический контроль высоты растений гексаплоидных тритикале с R/D замещением // Тритикале России. Селекция, агротехника, использование сырья из тритикале: материалы заседания секции тритикале РАСХН. – Ростов-на-Дону, 2008. – Вып. 3. – С. 72–80.
4. *Лукьяненко П.П.* Методы и результаты селекции озимой пшеницы // Избранные труды. – М.: Колос, 1973. – 448 с.
5. *Писарев В.Е.* Работа по тритикале в Сибири // Полиплоидия и селекция. – Минск, 1972. – С. 51–59.
6. *Тимофеев В.Б.* Отдаленная гибридизация в селекции тритикале и пшеницы: Дисс. ... док-ра. с.-х. наук. – Немчиновка, Московская обл., 1995. – 48 с.
7. *Федорова Т.Н.* Новый зерновой культуре тритикале – 20 лет. Основные достижения и задачи селекции и генетики // Генетика. – 1985. – Т. 21, № 2. – С. 181–190.

Статья поступила в редакцию 21.05.2019 г.

Kovtunenکو V.Ya., Panchenko V.V, Kalmysh A.P. Tikhon is a new variety of winter triticale of “National Center of Grain n. a. P.P. Luk’yanenko” selection// Bull. of the State Nikita Botan. Gard. – 2019. – № 132. – P. 130-135.

Since 2019 a new winter triticale variety, Tikhon, has been included in the State Register of Breeding Achievements in the North Caucasus (6) region of the Russian Federation. The variety was obtained by an intervarietal hybridization within genus Triticale and double individual selection in F₂, F₃ of the hybrid

population Yarylo / 0-113t12 // 01-184t14. Tikhon's genealogy includes the famous triticale varieties: AD-206, AD-60, ADP-2, AD Zelenyy, wheat: Semi-dwarf 71, Northern Cuban, Albidum 114, Kroshka, Pobeda 50, Skifyanka and Saratovskaya rye 4, EM-1, Haruchiban. Tikhon has a high productivity and a high adaptive potential. The yield in the trials by its predecessors for 2015-2018, in comparison with the Brat standard, was: for an occupied pair 113.9 c from 1 ha (+10.5 c from 1 hectare), wheat 109.5 (+ 17.0 c from 1 hectare), corn for grain 120.2 (+25.8 centners from 1 hectare), sunflower 105.2 (+16.6 centners from 1 hectare). The average yield over four years was 112.2 centners per hectare, which is 17.4 centners higher than the standard one.

Along the length of the growing season, the variety is early maturing, and stands out 9 days earlier than the standard variety Brat. In height it has a short stem (110-115cm), resistant to lodging. Frost resistance is average, at the level of the standard variety Brat. The grain is large, light red, half-long, the TSW is up to 52 gr., Nature is 755 g/l, the protein content depending on the year of cultivation and its predecessor is from 12.0 to 14.0%. For baking properties, Tikhon is not allocated. Flour can be used to bake cookies, muffins, and mixed with soft wheat flour. Against the background of artificial infection, it shows immunity to yellow rust, powdery mildew, and head smut. It is highly resistant to a hard smut, resistant to Septoria. It moderately is susceptible to leaf rust. By the earing, fusarium it shows susceptibility.

Key words: *Triticale; precocity; variety; individual selection; yield; nature; protein; gluten*

УДК 575:631.52

DOI: 10.25684/NBG.boolt.132.2019.19

ИЗМЕНЕНИЯ В ПРОЦЕССЕ СЕЛЕКЦИИ И МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ ГИБРИДОВ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ

**Анатолий Васильевич Корниенко, Сергей Иванович Скачков,
Лидия Валентиновна Семенихина, Юрий Николаевич Мельников**

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт
сахарной свёклы и сахара им. А.Л. Мазлумова»
396030, РФ, Воронежская обл., Рамонский р-н, п. ВНИИСС, д.86
E-mail: kav250240@mail.ru

В статье рассмотрены используемые принципы и направления создания гибридов сахарной свеклы, чтобы реализовать их генетический потенциал не только в крупных почвенно-климатических зонах России, но и в более мелких подзонах – областях и их подразделениях – свеклосеющих хозяйствах. В настоящее время в период кризиса экономики РФ при недостаточном финансировании сельского хозяйственных предприятий нет средств на приобретение основных удобрений для внесения под сахарную свёклу, на организацию системы орошений в неблагоприятный, засушливый период пятой зоны и в других засушливых районах страны. Поэтому очевидна актуальность гибридов РМС 133 и РМС 134, которые показали высокую продуктивность при их испытании в условиях недостаточного увлажнения и без удобрений. Предложена схема внесения изменений в процесс селекции, методику оценки в сравнительном и государственном испытаниях, а также использования гибридов сахарной свёклы и получаемого из них качественного сахара.

Ключевые слова: *сахарная свёкла; гибрид; генетика; селекция; семеноводство; систематика; экология; адаптивность; устойчивость; закономерность*

Введение

В современных условиях интенсификации экономики страны важнейшую роль в повышении эффективности отечественного растениеводства отводят селекции и семеноводству. Одной из основных сельскохозяйственных культур в мире является сахарная свекла, которая обеспечивает сырьем сахарную промышленность. Основная продукция свеклосахарного комплекса – сахар не только используется в ежедневном рационе питания каждого россиянина, являясь ценнейшим продуктом питания, но и во многих других отраслях.

В научных организациях, подведомственных Министерству науки и образования, РАН, формируются коллекции растительных ресурсов, в том числе

1.2 Направления, зависимые от сроков уборки

- а) раннеспелые (20.08-20.09)
- б) среднеспелые (20.09-25.09)
- в) позднеспелые (25.09- 20.10)

1.3 Направления, зависимые от глубины, объёма фундаментальных, экспериментальных и прикладных исследований - поисковые, пробные, производственные

2. Потенциал урожайности:

- низкоурожайные 340-360 ц/га; среднеурожайные 420-460- ц/га;
- урожайные 520-650 ц/га; высокоурожайные 750-950 ц/га и более

Потенциал урожайности зависит от сроков посева, сроков уборки, системы обработки, системы удобрений, системы защиты, типа почв, количества и сроков осадков и других климатических условий.

3. По каждой зоне предлагаем в зависимости от типа почв, их плодородия, влажности, агротехники, климатических условиях, устойчивости иметь не менее от 9-12 до 15-25 гибридов.

4. Стоимость одного гибрида составляет от 75 млн. рублей до 102-105 млн. долларов в зависимости от направления продуктивности, использования исходного материала, методов селекции, временной продолжительности его создания и также использования нанобиотехнологических и других методов.

Таблица 1

Кодирование признака сорта (мнемоника)

№ группы	Условное обозначение (тип растения)	В сравнении со стандартом	
		сахаристость	Урожайность
I.	1 Zzee	110-120 и > ультрасахаристый	< 95 низкоурожайный
	2 zze	110-120 и > ультрасахаристый	95-110 среднеурожайный
	3 zzE	110-120 и > ультрасахаристый	110-120 повыш. урожайн.
	4 zzEE	110-120 и > ультрасахаристый	120 и > высокоурожайный
II.	1 Zee	102-106 сахаристый	< 95 низкоурожайный
	2 Ze	102-106 сахаристый	95-110 среднеурожайный
	3 zE	102-106 сахаристый	105-110 повыш. урожайн.
	4 zEE	102-106 сахаристый	110-120 и > высокоурожайный
III.	1 Nee	96-101 среднесахаристый	< 95 низкоурожайный
	2 Ne	96-101 среднесахаристый	95-110 среднеурожайный
	3 NE	96-101 среднесахаристый	110-120 повыш. урожайн.
	4 NEE	96-101 среднесахаристый	120 и > высокоурожайный
IV.	1 ZZee	< 95 низкосахаристый	< 95 низкоурожайный
	2 ZZe	< 95 низкосахаристый	95-110 среднеурожайный
	3 ZZE	< 95 низкосахаристый	110-120 повыш. урожайн.
	4 ZZEE	< 95 низкосахаристый	120 и > высокоурожайный

В связи с разной направленностью, адаптивностью предлагаются новые принципы выбора использования гибридов для сырьевой зоны каждого сахарного завода. Это дает возможность более эффективно реализовать генетический потенциал гибрида, его адаптивность, устойчивость к био - и абиофакторам, хранение сырья в кагатном поле и при сахарном заводе. Главная задача - получить качественный сахар и другие продукты переработки, усилить контроль государства и других заинтересованных сторон - оригинаторов, поставщиков семян, свеклосеющих хозяйств сырьевой зоны, сахарного завода и сам завод [1].

Предлагаем основные подходы использования сортов и гибридов реализацию их генетического потенциала в зонах, подзонах, свеклосеющих хозяйствах сахарных заводов. По результатам испытаний (государственных и производственных) с учётом адаптивности к условиям выращивания, качества сырья и других показателей на рисунке 2 представляем принципы выбора сортов и гибридов для сырьевой зоны сахарного завода. Вклад селекции в повышение урожайности сахарной свёклы оценивается свыше 14%. В связи повсеместным ухудшением экологической ситуации и усилением опасности различных заболеваний сахарной свёклы особое значение приобретает биотехнологическая и адаптивная селекция.

Влияние основных факторов на продуктивность свёклы: 1 - место выращивания 17% ; 2 - сорт 14%; 3 - густота стояния 10% ; 4 - удобрение азотом 11%; 5 - срок посева 5%; 6 - срок уборки 9%; 7 - условия года 34% [3].

В России условия выращивания сортов и гибридов в разных регионах существенно различаются (11 регионов). Так только в ЦЧР (под №5) насчитывается пять областей разных по почвенно-климатическим зонам в каждой: Белгородская, Воронежская, Курская, Липецкая, Орловская и Тамбовская. Новые гибриды РМС 133, РМС134, РМС135, РМС136 испытывались в регионе №5. По сведениям ЕТР в 2016, 2018 годах осадков выпало меньше положенного в южных районах Центрального федерального округа: Липецкой, Курской, Белгородской и Воронежской обл. и т.д.

На примере Воронежской области Рамонского района за вегетационный период выпало 469,9 мм осадков при среднемноголетней норме 419,9 мм. Летний период был очень засушливым (ГТК за июнь-0,7; июль-0,5; август-1,0). В 2017 году выпало 860,1 мм осадков при среднемноголетней норме 607,0 мм; ГТК за летний период характеризуется как влажный. В 2018 году выпало 504 мм осадков при среднемноголетней норме 643 мм. В летний период (очень засушливый и сухой) среднемесячная температура составила 23,6⁰С выше среднемноголетней (21,7⁰С) на 1,9⁰С, осадков выпало 114,9 мм, или 58,2 % от нормы (197,5 мм); ГТК за июнь 0,6; июль 0,6; за август 0,9 и за сентябрь всего 0,2. Аналогичная погода была по всему ЦЧР.

По результатам сравнительного испытания на примере диплоидного гибрида сахарной свёклы РМС-133 на МС-основе, переданного в ГСИ в 2016 году, показан процесс селекции, методики предварительной оценки и оценки в ГСИ, а также дальнейшего его использования (рис.1)

Учеными ФГБНУ «ВНИИСС им. А.Л. Мазлумова» и ОС установлено, что в условиях 2016 года гибриды РМС133 и РМС 134 показали довольно высокую продуктивность без применения удобрений и в условиях недостаточного увлажнения (табл. 2).

Таблица 2

Продуктивность гибрида РМС–133 в сравнительном испытании, 2016 год

Показатели	Новый гибрид (среднее)		Отклонение от стандарта		НСР ₀₅
			№1	№2	
Урожайность корнеплодов, т/га	РМС 133	43,59	+15,08	+14,15	2,80
	РМС 134	36,40	+5,99	+7,47	2,87
Содержание сахара, %	РМС 133	16,02	+0,21	+0,45	0,38
	РМС 134	18,49	+0,44	+0,57	0,40
Сбор сахара, т/га	РМС 133	6,98	+2,48	+2,39	0,44
	РМС 134	6,66	+1,18	+1,36	0,52

Примечание: стандарт № 1 – групповой (Р0117 + Баккара + РМС-46)
стандарт № 2 – районированный РМС-46.



Рис. 1 Принципы выбора сортов (гибридов)

Гибрид РМС 133 - односемянный, диплоидный; проросток с 52% антоциановой окраской, семядоли средние. Листья прямостоячие, длина листа 38 см, черешок средней длины 18 см, ширина черешка 0,7 см, длина листовой пластинки 20 см, ширина 11 см, окраска листовой пластинки сильно-зелёная; волнистость листовой пластинки слабая, глянецвитость средняя, морщинистость слабая, форма вершины листовой пластинки тупая. Корнеплод овально-конической формы, средней длины, широкий; головка среднего размера, погруженность в почву $\frac{3}{4}$ корнеплода. Гибрид устойчив к цветухе, фузариозному увяданию - 0,0%, желтухе - 2,1%, мозаике - 0,0%, мучнистой росе - 0,0%.

Данные ГСИ в разных регионах 5 зоны в году с недостаточным увлажнением свидетельствуют о практически равной урожайности корнеплодов гибрида РМС 133 с гибридами иностранной селекции Алена (КВС) и Борнео, выступающими в роли стандартов, представлены в табл. 3.

Таблица 3

Результаты ГСИ гибрида РМС 133 на богаре в 2017-2018 годах

2017 год			2018 год		
Регион/ сорт/гибрид	Урожайность, ц/га	Сахаристость, %	Регион/ сорт/гибрид	Урожайность, ц/га	Сахаристость, %
1	2	3	4	5	6
Воронежская обл.			Воронежская обл.		
Алена КВС	378	18,7	-		
РМС 133	382	18,6	-		
НСР _{0,05}	38				
Липецкая обл.,			Липецкая обл.		

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6
Алена КВС	673	18,7	Борнео КВС	390	
РМС 133	628	16,7	РМС 133	397	
НСР _{0,05}	84,6		НСР _{0,05}	17,6	
Орловская обл.			Орловская обл.		
Алена КВС			Борнео	636	
РМС 133			РМС 133	633	
НСР _{0,05}			НСР _{0,05}	14,9	
Тамбовская обл.			Тамбовская обл.		
Алена КВС	332		Дубровка КВС	343	15,9
РМС 133	313		РМС 133	329	16,0
НСР _{0,05}	58,0		НСР _{0,05}	39,0	

Хорошие результаты по продуктивности гибрида РМС-133 (что подтверждает вывод о его адаптивности даже в резко-континентальном климате) получены в 2018 году при испытании в Казахстане (Казахский НИИ земледелия и растениеводства Павлодарский р-н). Превышение перед стандартом по урожайности 40,6 ц/га, сбору сахара 40,6 ц/га.

В связи с этим, учитывая:

- демографическое состояние в Российской Федерации (на примере Воронежской области), вымирание нации - увеличение показателей естественной убыли населения за 2018 год против 2017 года на 9,2% за счёт развития сердечнососудистых (43,1%), онкобольных (12,4%) и других;

- ухудшение экологии в реках (на примере Дона, Воронежа) - содержания в них больше нормы нитратного азота в 1,2-3,0 раза, фосфатов в 1,25 раза, меди в 2,0-3,6 раза;

- постоянное изменение климата, вызвавшего в 2018 году уменьшение на 18,4% объёма производства сахарной свёклы в РФ за счёт снижения урожайности даже при внесении 100 кг д. в, NPK под основную обработку + 30 кг N весной в подкормку (Воронежская область, Панинский район);

- худшее в сравнении с ЕС (почти в 3 раза) качество свекловичного сахара (45 icumsa в ЕС и 104 icumsa в РФ), вырабатываемого в РФ и получаемого из иностранных гибридов, которые гниют в посевах во время вегетации, при временном хранении сырья на поле и при заводском - в постоянных кагатах;

- резкое изменение климата в вегетационный период в областях ЦЧР Воронежская, Курская, Тамбовская, Орловская, Липецкая, каждая из этих областей имеет ещё свои подзоны, относящиеся к основной зоне свеклосеяния, вызывает различное снижение продуктивности сахарной свёклы;

- выполнение Указа Президента РФ Путина В.В. об импортозамещении посевов иностранных гибридов сахарной свёклы в РФ (99,5%);

- определение Президентом РФ, что в основе национальной идеи России должен стоять человек, его здоровье, продолжительность жизни, социальная справедливость *рассмотреть результаты* внесения в Госреестр отечественных гибридов сахарной свёклы с учётом сравнения по климатическим особенностям каждой области ЦЧР, их устойчивостью, адаптивностью.

Предложения в методику ГСИ

1. При передачи в ГСИ представляются предварительные результаты, и дается характеристика РМС 133, как гибрида, который проявляет свои преимущества, особенно, при низких дозах или вообще без удобрений в зонах недостаточного увлажнения. В этом его особенность и преимущество биологически проявлять продуктивность растений за счет возобновляемых источников материи, энергии, информации и биоинформации. Необходимость в таких гибридах для различных

свеклосеющих зон и при различных технологиях возделывания очень актуальна для России, особенно для органического земледелия.

2. Именно без удобрений выращенная свёкла с довольно высоким уровнем продуктивности, как свидетельствуют данные по отдельным сортоучасткам (подзонам), очень важна, но это не было учтено при принятии решения о внесении в Госреестр гибрида РМС 133

3. Продуктивность иностранных гибридов в посевах фабричной свёклы в 2018 году (в связи с засухой в некоторых регионах РФ) резко снизилась в сравнении с 2017 годом. Это предопределяет и настоятельно диктует необходимость ориентации на обязательном наличии в составе Госреестра районированных гибридов, таких как РМС-133, (географически и экологически дифференцированных), способных осваивать зоны, разные по увлажнению, удобрению и другим почвенно-климатическим средообразующим факторам эксплуатационных стрессов, имеющихся на площадях свыше 1200000 га в РФ.

Выводы

В связи с вышеизложенным, предлагаем вносить гибриды, такие как РМС-133, в Государственный реестр с 2019 года по результатам 2017–2018 гг. по Воронежской, Липецкой и Тамбовской областям ЦЧР. Гибрид обладает хорошей продуктивностью без внесения удобрений (за счет возобновляемых источников материи, энергии, информации и работы фото - и ядерного синтеза) по данным ФГБНУ «ВНИИСС им. А.Л. Мазлумова» и высокими показателями в условиях недостаточного увлажнения свеклосеяния РФ по данным ГСИ в вышеуказанных областях. Эти гибриды способны осваивать зоны, подзоны (области), разные по увлажнению, удобрению и другим почвенно-климатическим средообразующим факторам эксплуатационных стрессов. Большое социальное значение этих гибридов опирается на экономический эффект от неиспользования удобрений под сахарную свёклу, который может составлять от 5 до 7 и более тысяч рублей с каждого га. Необходимость в таких географически и экологически дифференцированных гибридах для различных свеклосеющих зон и при различных технологиях возделывания очень актуальна для России, особенно для органического земледелия.

Список литературы

1. Апасов И.В., Корниенко А.В., Стогниенко О.И., Селиванова Г.А., Сухоруких В.А., Бердников Р.В., Польшников А.Н. Производственные испытания сортов и гибридов сахарной свеклы в сырьевой зоне сахарного завода. – Воронеж, 2007. – 75 с.

2. Жученко А.А. Экологическая генетика культурных растений и проблемы агросферы (теория и практика): монография. В двух томах. - М.: ООО «Издательство Агрорус», 2004. Том I. – 690 с.

3. Корниенко А.В., Орлов С.Д. Методы селекции сахарной свеклы на гетерозис. – М.: Родник, 1996. – 233 с.

4. Корниенко А.В., Буторина А.К., Сухоруких В.А., Бердников Р.В., Моргун А.В., Труш С.Г., Майко А.А. Концепция развития селекции сельскохозяйственных растений на устойчивость к био - и абиотическим факторам в Российской Федерации на период до 2020 года. – Воронеж: Воронежский ЦНТИ, 2012. – 222 с.

5. Корниенко А.В., Буторина А.К. Генетика и селекция сахарной свеклы *V. Vulgaris* L.: прошлое, настоящее и будущее / ГНУ Всерос. НИИ сах. свеклы им. А.Л. Мазлумова. – Воронеж: Воронежский ЦНТИ, 2012. – 391с.

Статья поступила в редакцию 29.05.2019 г.

Kornienko A.V., Skachkov S.I., Semenikhina L.V., Melnikov Yu.N. Changes in the process of breeding and an evaluation methodology of sugar beet hybrids // Bull. of the State Nikita Botan. Gard. – 2019. – № 132. – P. 135-142.

The used principles and directions of a sugar beet hybrid production to realize their genetic potential not only in large soil-climatic zones of Russia, but also in smaller divisions – regions and their sub-divisions – beet growing farms are considered at an entry. . Now, in the period of the Russian Federation economic crisis and insufficient financing of agricultural enterprises, there are no means to acquire main fertilizers to apply for sugar beet, to organize irrigation system during the adverse, droughty period in the fifth zone and other droughty areas of the country. Therefore, urgency of hybrids – RMS 133 and RMS 134 – which have shown a high productivity during their testing under conditions of insufficient rainfall and without fertilizers is obvious. We have proposed the scheme for making changes in the breeding process, the method of evaluation in comparative and state trials, as well as the use of sugar beet hybrids and a high-quality sugar derived from them

Key words: *hybrid; sugar beet; genetics; breeding; seed-growing; taxonomy; ecology; adaptability; resistance; regularity*

УДК 631.53.041.631.87

DOI: 10.25684/NBG.boolt.132.2019.20

РАЗРАБОТКА ПРИЕМОВ ПОЛУЧЕНИЯ ВЫСОКИХ УРОЖАЕВ ЭХИНАЦЕИ ПУРПУРНОЙ (*ECHINACEA PURPUREA* L.) В УСЛОВИЯХ ЗАПАДНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ

**Руслан Рамазанович Тхаганов¹, Николай Иванович Сидельников²,
Ольга Алексеевна Быкова¹**

¹Северо-Кавказский филиал ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт лекарственных и ароматических растений»
353225, Краснодарский край, Динской район, ст. Васюринская,
п. ЗОС ВНИИЛР;
E-mail: vilar8@rambler.ru

²ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт лекарственных и ароматических растений», г. Москва
117216, г. Москва, ул. Грина 7
E-mail: vilarnii@mail.ru

Доказана перспективность подзимнего посева эхинацеи в условиях Западного Предкавказья, который позволяет получать полноценные всходы и обеспечивает уборку травы на первом году вегетации. Определены сроки уборки корней эхинацеи – III – IV годы жизни. Подкормки комплексом Силиплант + Циркон способствуют повышению: урожайности надземной массы до 26%, содержания оксикоричных кислот на 6%, урожайности корней на 28%, оксикоричных кислот в корнях на 9%. Обработка бинарной смесью на V году вегетации повысила урожайность корней на 2,3 ц/га и позволила проводить их уборку и на V год жизни.

Ключевые слова: *эхинацея; сроки посева; урожайность; оксикоричные кислоты; росторегуляторы; микроудобрения*

Введение

В настоящее время большое внимание уделяется изучению эхинацеи пурпурной, которая является одной из основных культур при производстве лекарственных препаратов иммуномодулирующего действия. Многочисленные работы отечественных и зарубежных исследователей эхинацеи в основном отражают вопросы ее химического состава [3, 7, 9] и фармакологические свойства [1, 2].

Обеспечить фармацевтическую промышленность лекарственным сырьем эхинацеи пурпурной позволит расширение производственных площадей. Для этого необходима разработка зональных технологий возделывания культуры, где перспективным является

управление онтогенезом растительного организма за счет применения регуляторов роста и микроудобрений, которые активизируя физиологические и биохимические процессы, оказывают положительное влияние на рост и развитие растений, способствуют получению стабильных урожаев с высоким качеством лекарственного сырья.

Разработанные технологии возделывания эхинацеи в основном относятся к Нечерноземной зоне РФ и Центральному Черноземному региону. В данных рекомендациях отражены вопросы повышения всхожести при весеннем посеве, динамике роста надземной части растений, увеличения урожайности лекарственного сырья (надземная масса) [10].

В ряде работ указывается на применение регуляторов роста и микроудобрений для усиления роста надземной части растений и повышения урожайности [4, 11].

Проведенные более глубокие медико-биологические и фитохимические исследования эхинацеи позволили установить, что корни растения также обладают иммуностимулирующим действием благодаря содержанию в них гидроксикоричных кислот [7, 9].

Однако, в литературе отсутствуют данные по динамике нарастания корневой системы в зависимости от возраста культуры и содержанию действующих веществ. Имеются лишь единичные исследования по применению микроудобрений для повышения урожайности корней [8].

В связи с вышесказанным, вопросу получения двух видов лекарственного сырья эхинацеи пурпурной необходимо уделить большое внимание. Проведение этих исследований в условиях Западного Предкавказья, где почвенно-климатические условия благоприятны для возделывания данной культуры, позволит расширить ее посевные площади в регионе.

Поэтому цель наших исследований заключалась в разработке инновационной технологии возделывания эхинацеи пурпурной для получения двух видов лекарственного сырья в условиях Западного Предкавказья.

Объекты и методы исследования

Исследования проводились в Северо-Кавказском филиале Всероссийского научно-исследовательского института лекарственных и ароматических растений с 2009 по 2014 год.

Полевые опыты закладывались по общепринятым методикам, разработанными и утвержденными РАСХН для лекарственных культур: «Проведение полевых опытов с лекарственными культурами» [6], «Требования к оформлению полевых опытов во Всероссийском научно-исследовательском институте лекарственных и ароматических растений (ВИЛАР)» [14].

В полевых опытах размещение делянок было рендомизированным, повторность 4х-кратная, площадь опытной делянки 12 м², ширина междурядий 60 см. Исходная всхожесть семян эхинацеи составляла 75 – 80%. Подзимние посевы эхинацеи проводились во второй декаде ноября, а весенние – во второй декаде марта. Норма высева семян при весеннем посеве составляла 10 кг/га, при подзимнем посеве – 10 кг/га и 12 кг/га.

Обработки вегетирующих растений регулятором роста и микроудобрением проводились: на первом году вегетации двукратно: I-я – через 2 месяца после отрастания растений; II-я обработка – через 30 дней после первой. Уборка надземной части осуществлялась однократно в первой декаде сентября. На втором году вегетации: I-я обработка – во второй декаде мая, уборка травы – 3-я декада июня; II-я обработка –

после отрастания растений – 1-я декада июля, уборка травы – 3-я декада августа. Уборку корней на III – IV годах вегетации проводили в 1-ой декаде октября.

Проводились учеты биометрических показателей – густота стояния растений, высота, площадь листовой поверхности. Уборку лекарственного сырья осуществляли отдельно по каждому варианту опыта и по каждой повторности. Урожайность деляночного образца пересчитывали на массу воздушно-сухого сырья в ц/га.

Количественное определение содержания оксикоричных кислот проводилось согласно ФС 42-2371 - 94 и ТУ 9373-122-04868244-2008 [13, 15].

Результаты и обсуждение

Одним из ключевых вопросов при возделывании любой культуры является выбор способа ее размножения. В технологии выращивания эхинацеи пурпурной указывается на ее семенное размножение при весеннем посеве. Однако, регион Западного Предкавказья в последние годы отличается нестабильностью погодных условий – недостаточное количество осадков, которые порой выпадают в форме ливневых дождей, высокие температуры воздуха, что не позволяет получать полноценные всходы эхинацеи при весеннем посеве. В тоже время при подзимнем посеве, использование «зимней влаги» способствует раннему прорастанию семян, появлению полноценных и равномерных всходов, активно наращивается вегетативная масса растений, как надземной части, так и корней.

Проведенные наблюдения за всходами эхинацеи пурпурой показали, что при подзимнем посеве они появлялись в первой декаде апреля, густота стояния растений (степень проективного покрытия делянки культурой) в этот период составляла 12 – 16%. Первые всходы при весеннем посеве отмечались только к концу апреля – густота стояния растений не превышала 14 – 17%, в то же время при подзимнем посеве к этому времени она была на уровне 60 – 64%. К первой декаде мая густота стояния растений при подзимнем посеве составила 80 – 81%, при весеннем – 52 – 54%. Необходимо отметить, что к этому периоду при подзимнем посеве наблюдалась практически полная всхожесть семян, при весеннем посеве продолжалось появление всходов и к концу второй – начале третьей декады мая степень проективного покрытия делянки культурой составила 59 – 60%. Количество всходов эхинацеи при весеннем способе посева составило 397,9 шт./га, при подзимнем – 639,5 шт./га, что на 61% больше. Таким образом, используя подзимний посев, можно обеспечить наиболее раннее и полноценное получение всходов эхинацеи пурпурной.

При изучении сроков прохождения фенологических фаз было установлено, что в случае подзимнего посева растения проходят все фазы развития от розетки до цветения, в то же время при весеннем посеве они находятся до конца вегетации лишь в фазе розетки.

Проведение сравнительных учетов морфофизиологических показателей позволило установить, что наиболее активный рост растений эхинацеи наблюдается при подзимнем посеве. Так, во второй декаде июля площадь ассимилирующей поверхности при подзимнем посеве составляла 77,9 см², количество листьев – 14,1 шт., то при весеннем – 57,2 см² и 9,8 шт., к моменту уборки урожая – 196,2 см² и 24,5 шт., 154,4 см² и 18,6 шт. соответственно.

Особенности роста растений эхинацеи при разных способах размножения сказались на урожайности травы первого года вегетации, которая при подзимнем посеве во все сроки уборки сырья была выше, чем при весеннем (табл. 1).

При определении сроков уборки лекарственного сырья эхинацеи пурпурной (трава) на первом году вегетации было выявлено, что наибольшая урожайность наблюдается в первой и второй декадах сентября. Однако, несмотря на то, что во

второй декаде сентября наблюдается повышение урожайности при обоих способах посева эхинацеи (22,0 ц/га и 12,6 ц/га), одновременно происходит снижение содержания действующих веществ (3,21% и 3,19%), поэтому наиболее актуальным сроком является первая декада сентября. В этот период уборки урожайность при обоих сроках была ниже в среднем на 5%, но содержание оксикоричных кислот было выше на 7% (табл. 1).

Таблица 1

Влияние сроков посева на урожайность и содержание оксикоричных кислот эхинацеи пурпурной I года вегетации

Сроки уборки сырья (травы)	Урожайность, ц/га			Содержание оксикоричных кислот, % на абс. сухое в-во		
	подзимний посев		весенний посев	подзимний посев		весенний посев
	нормы высева			нормы высева		
	10 кг/га	12 кг/га	10 кг/га	12 кг/га		
25.08.	19,1±0,92	19,0±0,98	10,8±0,54	3,18	3,19	3,09
07.09.	21,2±1,04	21,3±1,09	11,9±0,61	3,36	3,38	3,22
14.09.	22,0±1,09	22,1±1,12	12,6±0,65	3,14	3,15	3,01
22.09.	20,8±1,01	20,5±1,05	12,4±0,60	3,09	3,11	3,00

Изучение структуры урожая эхинацеи пурпурной первого года вегетации показало, что при подзимнем посеве в сырье присутствует 32,4% листьев и 28,2% цветков и бутонов, на долю стеблей приходится – 39,4%, при весеннем посеве сырье состоит из одних листьев.

Анализ полученных экспериментальных данных показал преимущества подзимнего посева эхинацеи пурпурной в условиях Западного Предкавказья перед весенним. Именно этот срок посева позволяет получать полноценные всходы и обеспечивает уборку лекарственного сырья на первом году вегетации культуры. Кроме того, при засушливых погодных условиях при весеннем посеве наблюдается значительная гибель всходов, что приводит к неполноценному получению урожая лекарственного сырья, а порой к полной ликвидации плантации.

Наблюдениями за растениями эхинацеи пурпурной второго года вегетации было установлено, что темпы роста и развитие растений при обоих сроках посева были практически одинаковыми, но урожайность травы при весеннем сроке была ниже в среднем на 28%.

В ранних работах сотрудников ВИЛАР [8, 10] было показано, что при выращивании эхинацеи в условиях Московской и Белгородской областей наибольшее содержание действующих веществ (оксикоричные кислоты) содержится в корнях растений III года вегетации, поэтому предлагалось именно в этот срок проводить уборку на корни.

Для определения сроков получения двух видов лекарственного сырья в условиях Западного Предкавказья проводилось сравнительное изучение урожайности корней и надземной части растений II – V годов жизни. Соответствующие данные представлены на рисунке 1.

Как видно из приведенных данных, наибольшая урожайность травы и корней наблюдается на III году вегетации культуры (50,3 ц/га и 10,4 ц/га), на IV году вегетации заметно некоторое снижение урожайности, как травы (на 2 ц/га), так и корней (на 0,6 ц/га). К V году вегетации урожайность снижается: по надземной массе по сравнению с III и IV годами вегетации на 4,1 ц/га и 2,1 ц/га, по корням – на 2,4 ц/га и 1,8 ц/га, соответственно (рис. 1).

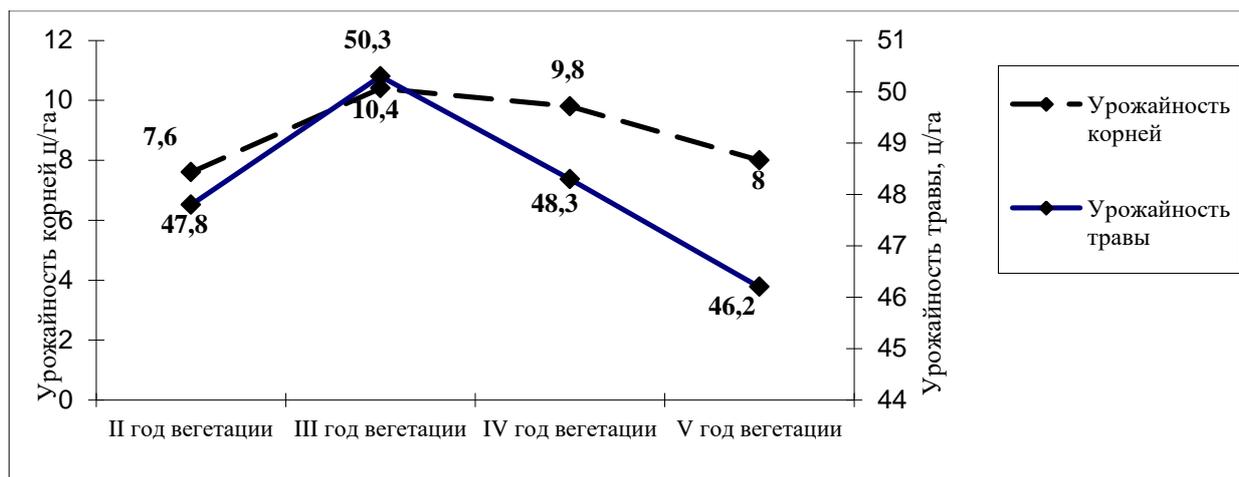


Рис. 1 Урожайности корней и надземной массы (травы) эхинацеи пурпурной в зависимости от сроков вегетации

При изучении содержания оксикоричных кислот в двух видах лекарственного сырья эхинацеи пурпурной было установлено, что их показатели в траве превышают показатели в корнях.

Так, в траве эхинацеи содержание оксикоричных кислот на II – V г.в. составляет 3,6 – 4,0%. Наибольшее содержание оксикоричных кислот, как в траве, так и в корнях отмечено на III и IV годах вегетации культуры и составляет 4,0 – 4,1% и 3 – 3,1%, соответственно. К V году вегетации наблюдается снижение содержания действующих веществ в траве до 3% и в корнях до 2,1% (рис. 2).

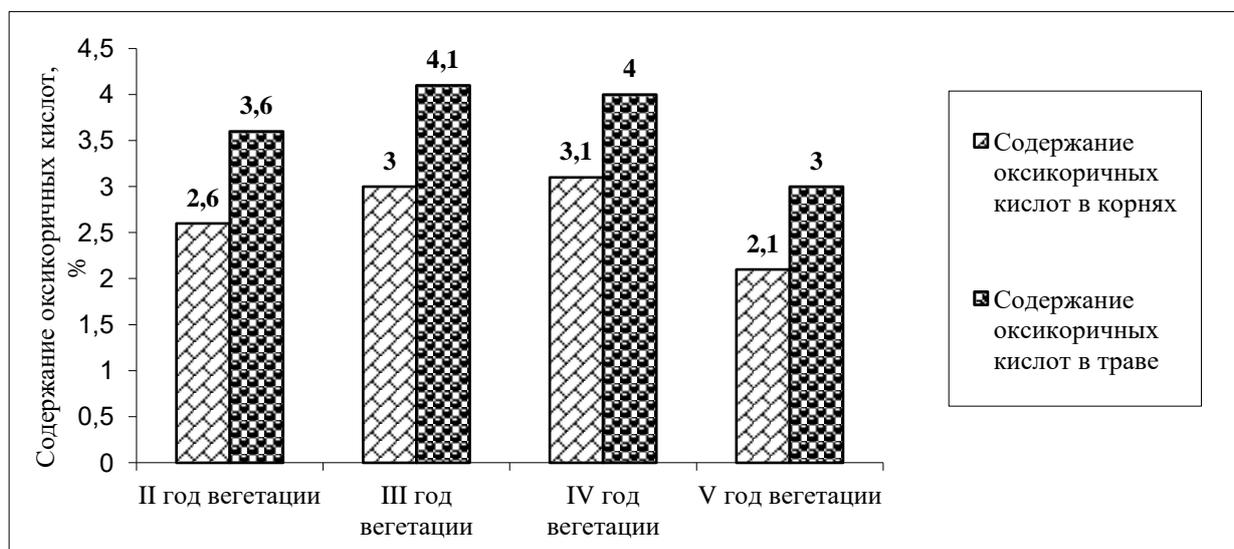


Рис. 2 Содержание оксикоричных кислот в траве и корнях в разные годы вегетации эхинацеи пурпурной

Снижение урожайности корней к V году вегетации культуры связано с тем, что в сырье присутствует значительное количество одревесневших корней, которые необходимо удалять.

Таким образом, полученные данные по урожайности корней и содержанию оксикоричных кислот в них показали, что наиболее оптимальные сроки уборки эхинацеи пурпурной на данный вид сырья в условиях Западного Предкавказья являются III – IV годы вегетации культуры.

С целью повышения урожайности эхинацеи пурпурной были заложены опыты по некорневым подкормкам регуляторами роста и микроудобрениями. В схему опытов были включены регулятор роста Циркон и кремнесодержащее микроудобрение в хелатной форме Силиплант. Выбор данных препаратов обусловлен общностью их действия, которое заключается в их влиянии на содержания фитогормонов – ауксинов, которые оказывают положительное действие на процессы корнеобразования. Кроме того, было установлено, что на определенных сортах ячменя наблюдается повышение содержания гиббереллинов под влиянием активного кремния [5, 12].

Положительное влияние изучаемых препаратов в течение 5 лет вегетации и особенно их комплексное применение обеспечило увеличение урожайности надземной части растений (трава) по сравнению с контролем: так на варианте Силиплант превышение составило 12 – 16%, Циркон – 14 – 16%, Силиплант + Циркон – 22 – 26%. По содержанию оксикоричных кислот обнаружено их незначительное превышение в пределах 3 – 6% (табл. 2).

Таблица 2

Влияние комплексного применения микроудобрения Силиплант и регулятора роста Циркон на урожайность травы эхинацеи пурпурной

Вариант опыта	Урожайность травы по годам вегетации, ц/га					Содержание оксикоричных кислот по годам вегетации, % на абс. сух. в-во				
	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
Контроль (обработка водой)	20,1	47,8	50,3	48,3	46,2	3,28	3,58	4,05	3,98	3,12
Силиплант, 0,5 л/га	23,7	53,8	57,0	56,3	51,6	3,38	3,69	4,14	4,10	3,15
Циркон, 40 мл/га	23,3	55,0	58,6	55,6	53,1	3,44	3,76	4,21	4,14	3,24
Силиплант + Циркон (0,5 л/га+40 мл/га)	25,3	58,8	62,6	59,8	56,6	3,48	3,79	4,29	4,18	3,31
НСР ₀₅	1,41	5,64	5,89	5,48	4,87					

Аналогичное влияние данных препаратов наблюдается и на нарастании корней эхинацеи пурпурной. Так под влиянием двукратной обработки вегетирующих растений на первом и втором году вегетации увеличение массы корней составляет 21 – 24%. Наибольшее усиление роста корневой системы на 29% наблюдается на варианте бинарной смеси Силиплант + Циркон (табл. 3).

Таблица 3

Влияние микроудобрения Силиплант, регулятора роста Циркон и их бинарной смеси на урожайность корневища с корнями

Вариант опыта	Урожайность корневища с корнями по годам вегетации, ц/га			Содержание оксикоричных кислот по годам вегетации, % на абс. сух. в-во		
	III	IV	V	III	IV	V
Контроль (обработка водой)	10,2	9,8	8,0	3,10	3,05	2,34
Силиплант, 0,5 л/га	11,8	11,3	9,4	3,22	3,14	2,42
Циркон, 40 мл/га	12,0	11,4	9,5	3,26	3,17	2,46
Силиплант + Циркон (0,5л/га+40 мл/га)	13,0	12,5	10,3	3,38	3,26	2,55
НСР ₀₅	1,02	1,06	0,94			

Начиная с III года вегетации проводится заготовка корневищ с корнями для получения лекарственного сырья эхинацеи. Изучение влияния Силипланта и Циркона показало их положительное влияние и на рост корневой системы эхинацеи пурпурной. В этих вариантах опыта урожайность корневищ с корнями по сравнению с контролем увеличивалась на 15 – 18% (1,4 – 1,8 ц/га), в то же время на варианте совместного применения данных препаратов прирост составил на III и IV годах вегетации 27%, а на V – 28%. Содержание оксикоричных кислот в данном варианте повышалось на 7 – 9%

Выводы

Результаты проведенных исследований показали перспективность подзимнего посева эхинацеи пурпурной в условиях Западного Предкавказья, при котором наблюдается наибольшая густота стояния растений, активный их рост и развитие, что позволяет осуществить уборку лекарственного сырья (трава) на первом году вегетации культуры. Оптимальными сроками уборки корней и корневищ эхинацеи пурпурной на сырье являются III-IV годы вегетации культуры.

Некорневые подкормки комплексом Силиплант + Циркон способствуют повышению урожайности лекарственного сырья (трава) на 22 – 26% и содержания оксикоричных кислот на 5 – 6%. Урожайность корневищ с корнями превышает контроль на III и IV годах вегетации на 27 – 28%, содержание оксикоричных кислот – на 7 – 9%.

Обработка вегетирующих растений бинарной смесью на V году вегетации эхинацеи пурпурной позволяет получать урожайность корней на уровне контрольных вариантов III и IV годов вегетации, содержание оксикоричных кислот составляет 2,55%, что выше показателей фармакопейной статьи на данное сырье (St – 1,5%). Полученные данные показывают, что в зависимости от потребностей фармацевтической промышленности на сырье корней эхинацеи, возможно проводить их уборку и на V году вегетации культуры.

Благодарности

Работа выполнена в рамках темы НИР 0576-2019-0007 "Мониторинг биоразнообразия, природной сырьевой базы и выявление перспективных видов, популяций лекарственных и ароматических растений в естественных местообитаниях, выведение высокопродуктивных сортов, использование экзогенной биорегуляции с целью максимального раскрытия адаптивного потенциала растений для создания новых фитопрепаратов" (№ 0576-2019-0007).

Список литературы

1. Вичканова С.А., Колхир В.К., Сокольская Т.А., Воскобойникова И.В., Быков В.А. Лекарственные средства из растений. – М.: АДРИС, 2009. – 432 с.
2. Горбань А.Т. Результаты изучения эхинацеи пурпурной в институте лекарственных растений УААН // Изучение и использование эхинацеи: материалы международной конференции. – Полтава: Верстка, 1998. – С. 69–71.
3. Куркин В.А., Акушская А.С., Авдеева Е.В., Вельмяйкина Е.И., Даева Е.Д., Каденцев В.И. Флаванойды травы эхинацеи пурпурной // Химия растительного сырья. – 2010. – № 4. – С. 87–89.
4. Кишикаткина А.Н., Гущина В.А. Продуктивность эхинацеи пурпурной (*Echinacea purpurea*) в зависимости от регуляторов роста // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования: международный симпозиум. – М.: Изд-во РУДН, 2001 – Т. 2. – С. 314–316.

5. *Малеванная Н.Н.* Циркон-иммуномодулятор нового типа. Активное начало препарата-росторегулирующий комплекс гидроксикоричных кислот и их производных // Циркон – природный регулятор роста. Применение в сельском хозяйстве: сборник научных трудов. – М.: НЭСТ М, 2010. – С. 3–8.
6. Проведение полевых опытов с лекарственными культурами // Лекарственное растениеводство: обзорная информация. / Под ред А.А. Хотина. – М.: ЦБНТИмедпром, 1981. – № 1. – 55 с.
7. *Самородов В.Н., Поспелов С.В., Мусеева Г.Ф., Середя А.В.* Фитохимический состав представителей рода эхинацея (*Echinacea* Moench) и его фармакологические свойства (обзор) // Хим. фарм. журнал. – 1996. – Т. 30, № 4. – С. 32–37.
8. *Сидельников Н.И.* Экзогенная биорегуляция продуктивности лекарственных растений. – М., 2016. – 214 с.
9. *Сидельников Н.И., Осипов В.И., Сидельников А.Н., Хазиева Ф.М.* Фармакологически активные алкаамиды в сырье эхинацеи пурпурной // Вопросы биологической медицинской и фармацевтической химии. – 2015. – № 8. – С. 3–8.
10. *Сидельников Н.И., Киянов А.М., Солдат Е.Л.* Возделывание эхинацеи пурпурной в центрально-черноземном регионе России: методические рекомендации. – М.: ВИЛАР, 2010. – 30 с.
11. *Сидельников Н.И., Пушкина Г.П., Бушювская Л.М.* Эхинацея пурпурная (*Echinacea purpurea* (L.) Moench). Роль экзогенных факторов биорегуляции в технологии возделывания. – М.: ВИЛАР, 2014. – 132 с.
12. *Сластя И.В., Ложникова В.Н.* Влияние кремния на рост растений и баланс эндогенных фитогормонов ярового ячменя // Агрехимия. – 2010. – № 3. – С. 34–39.
13. Технические условия 9373-122-04868244-2008 Эхинацеи пурпурной трава.
14. Требованиям к оформлению полевых опытов во Всероссийском научно-исследовательском институте лекарственных и ароматических растений / ВИЛАР. – М., 2006. – 16 с.
15. Фармакопейная статья 42-2371-94 Эхинацеи пурпурной трава.

Статья поступила в редакцию 24.05.2019 г.

Tkhaganov R.R., Sidelnikov N. I., Bykova O. A. The development of methods of receiving big crops *Echinacea purpurea* in the conditions of the Western Ciscaucasia // Bull. of the State Nikita Botan. Gard. – 2019. – № 132. – P. 142-149.

The prospects of subwinter crops of *Echinacea* in the conditions of the Western Ciscaucasia, which allows to receive full-fledged shoots and provides cleaning of grass on the first year of vegetation, are for the first time revealed. The terms of cleaning of roots of *Echinacea* – the III-IV years of life are determined. Fertilizing by the Siliplant + Tsirkon complex promotes the increase: productivity of grass up to 26%, the content of oxycinnamonic acids for 6%, productivity of roots for 28%, oxycinnamonic acids in roots for 9%. Processing by the binary mix on fifth year of vegetation increased productivity of roots on 2.3 ts/hectare and allowed to carry out their cleaning and for fifth year of life.

Key words: *Echinacea*; sowing time; productivity; oxycinnamonic acids; rostoregulator; microfertilizers

УДК 633.853.52:532.954:581.13

DOI: 10.25684/NBG.boolt.132.2019.21

ВЛИЯНИЕ ГЕРБИЦИДОВ НА ФОТОСИНТЕТИЧЕСКУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ И ФЕРМЕНТАТИВНУЮ АКТИВНОСТЬ ЛИСТОВОГО АППАРАТА СОИ

Валентина Тимофеевна Синеговская¹, Оксана Сергеевна Душко¹,
Екатерина Васильевна Журавлева²

¹Всероссийский научно-исследовательский институт сои
675027, Амурская область, г. Благовещенск, Игнатьевское шоссе, 19
E-mail: amursoja@gmail.com

²Министерство науки и высшего образования РФ
125009, г. Москва, ул. Тверская, д.11
E-mail: zhuravla@yandex.ru

Изучена степень влияния гербицидов на фотосинтетическую деятельность посевов и урожайность сои в условиях Амурской области, определена устойчивость культурных растений к ним по активности пероксидазы. Снижение численности сорняков за счет использования гербицидов создавало благоприятные условия для формирования листовой поверхности сои, улучшало работу фотосинтетического аппарата. В целом за вегетацию фотосинтетический потенциал (ФП) был выше у сои в вариантах с применением по вегетации гербицидов Базагран (на фоне почвенного гербицида Фронтъера) и Пивот. Показатели площади листьев и продолжительность их работы в посевах контрольного варианта были самыми низкими. Фотосинтетический потенциал наибольшей величины достигал в период налива семян во всех вариантах опыта. Максимальным он был в варианте с применением гербицида Пивот, превышая контрольный вариант на 46,8%. Выявлено стрессовое воздействие гербицида Пивот на культурные растения сои, что подтверждается высокой удельной активностью пероксидазы. Установлено, что повышение активности пероксидазы и максимальное количество множественных форм этого фермента свидетельствуют о высоком адаптивном потенциале сои и устойчивости к гербициду Пивот, при его непосредственном воздействии на семена.

Ключевые слова: соя; гербициды; площадь листьев; фотосинтетический потенциал; продуктивность фотосинтетического потенциала; фермент пероксидаза

Введение

Одним из факторов, обеспечивающих повышение эффективности производства сои, является использование инновационных разработок, направленных на увеличение продуктивности растений за счет максимального оттока органического вещества из листьев в репродуктивные органы [16, 15]. Внедрению системы инноваций должно предшествовать комплексное изучение всех составляющих этого процесса. В то же время главным фактором, который необходимо учитывать при выборе отдельной инновации, является её соответствие применяемой технологии по ряду качественных характеристик. Так, сое необходимы оптимальные условия для протекания активного фотосинтеза и симбиоза с клубеньковыми бактериями [14, 1]. От степени освещенности зависит продуктивность фотосинтетического потенциала, что регулируется распределением растений по площади питания и наличием сорной растительности, которая конкурирует с культурными растениями в борьбе за минеральное питание и солнечный свет [8,4]. Соя слабо конкурирует с сорняками, особенно на ранних стадиях ее развития, поэтому в борьбе с ними используют гербициды, которые не только уничтожают сорную растительность, но и могут оказывать отрицательное воздействие на культурные растения [3, 6,2]. Степень воздействия гербицидов на сою определяется не только химическим препаратом, но и сортовыми особенностями растений, способных противостоять стрессовым воздействиям. Определить устойчивость растений к воздействию гербицидов возможно с помощью изучения биохимического

состава клеток в листьях сои на содержание и изменчивость в них ферментов [7, 11]. Например, фермент пероксидаза входит в состав антиоксидантной системы, активность которой определяет уровень устойчивости растений к различным факторам и широко используется для изучения стрессоустойчивости сои к неблагоприятным воздействиям среды. А в условиях техногенной нагрузки и сложной экологической ситуации важное место занимают сведения об агроэкологическом состоянии посевов сои и специфики сорта формировать и накапливать продукты фотосинтеза в репродуктивных органах. В этой связи целью наших исследований было изучение фотосинтетической деятельности листового аппарата конкретного сорта сои при использовании гербицидов и определение устойчивости растений к ним по активности ферментов.

Объекты и методы исследований

Объектом исследований служил сорт сои Гармония и гербициды, используемые в почву и по вегетирующим растениям. Опыты проводили в 2015-2016 гг. на луговой черноземовидной почве в с. Садовое Тамбовского района Амурской области. В почву вносили гербицид Фронтьер за 2 дня до посева сои, по вегетации применяли гербициды Базагран, Пульсар, Пивот и Фабиан в фазу 2-3-го тройчатого листа у сои. Повторность опыта 4-кратная, расположение делянок рендомизированное [5]. Количество и массу сорняков определяли по методике ВИЗР [10], показатели работы фотосинтетического аппарата сои – по методике А.А. Ничипоровича [12], продуктивность фотосинтетического потенциала (ПФП) – по методу В.Т. Синеговской [13]. Для анализа на определение удельной активности и множественных форм пероксидаз листья сои отбирали в фазу начала образования бобов. Удельную активность пероксидаз определяли колориметрическим методом по Бояркину в модификации Мокроносова [9]. Множественные формы пероксидаз выявляли методом электрофореза в 7,5%-ном полиакриламидном геле в щелочной буферной системе (рН 8,9) [17].

Результаты и обсуждение

Применение гербицидов способствовало эффективному снижению количества и массы сорных растений (табл. 1). Наиболее эффективно по количеству сорняков было применение Базаграна по вегетации на фоне почвенного гербицида Фронтьер. На снижение массы сорняков более эффективное воздействие оказали гербициды Пивот, Пульсар и Фабиан, при использовании по вегетирующим растениям, что уменьшило затенение культурных растений сорняками и способствовало формированию листовой поверхности у сорта сои Гармония.

Таблица 1
Эффективность действия гербицидов на количество и массу сорных растений

Вариант	Количество сорняков		Масса	
	Всего, шт/м ²	Снижение к контролю, %	Всего, г/м ²	Снижение к контролю, %
1. Контроль (без обработки гербицидами)	344	-	689	-
2. Фронтьер 1,2 л/га	135	60	488	29
3. Фронтьер 1,2 л/га + Базагран 2,0 л/га	125	64	473	31
4. Пивот 0,7 л/га	200	42	387	44
5. Пульсар 0,8 л/га	209	39	366	47
6. Фабиан 100 г/га	276	18	382	45

Максимальная площадь листьев сформировалась к периоду образования бобов – налива семян и была наибольшей в посевах, где для борьбы с сорняками использовали

гербицид Пивот (табл.2). У растений контрольного варианта площадь листьев была значительно ниже по сравнению с вариантами опыта, где применяли гербициды. Это объясняется большим наличием сорняков, которые затеняли культурные растения и не обеспечивали их в полном объеме солнечной энергией для формирования листовой поверхности сои. Следовательно, использование гербицидов способствует увеличению листовой поверхности сои за счет снижения численности сорняков, что создает более благоприятные условия по освещенности и позволяет сформировать максимальную листовую поверхность.

Таблица 2

Динамика формирования площади листьев по фазам развития сорта сои Гармония в зависимости от используемых гербицидов

Вариант	Площадь листьев сои по фазам роста и развития, тыс. м ² /га				
	3-й тр. лист	цветение	образование бобов	налив семян	полный налив
1. Контроль (без обработки гербицидами)	6,2	9,7	10,3	11,4	7,6
2. Фронтьер 1,2 л/га	8,0	11,3	12,4	15,4	9,7
3. Фронтьер 1,2 л/га + Базагран 2,0 л/га	9,4	21,4	18,7	21,3	11,4
4. Пивот 0,7 л/га	8,3	14,1	26,0	23,3	12,5
5. Пульсар 0,8 л/га	8,0	14,0	14,8	15,6	10,1
6. Фабиан 100 г/га	8,2	16,1	13,6	15,7	10,3

Фотосинтетический потенциал наибольшей величины достигал в период налива семян во всех вариантах опыта (табл.3). Максимальным он был в варианте с применением гербицида Пивот, превышая контрольный вариант на 46,8%. В целом за вегетацию ФП был выше у сои в вариантах с применением по вегетации гербицидов Базагран, на фоне Фронтьера, и Пивот. Показатели площади листьев и продолжительность их работы в посевах контрольного варианта были самыми низкими. Следовательно, более благоприятные условия для работы фотосинтетического аппарата сои создаются в посевах с применением гербицидов.

Таблица 3

Влияние гербицидов на фотосинтетический потенциал сорта сои Гармония за вегетацию

Вариант	ФП в период вегетации, тыс. м ² х дн./га						
	всходы – 3-й тройчатый лист	3-й тройчатый лист – цветение	цветение – образование бобов	образование бобов – налив семян	налив семян – полный налив семян	полный налив семян – физиологическая спелость	всего за вегетацию
1. Контроль (без обработки гербицидами)	52,6	73,3	91,2	121,2	207,0	23,7	569,0
2. Фронтьер 1,2 л/га	73,6	110,7	128,3	158,7	240,0	33,0	744,3
3. Фронтьер 1,2 л/га + Базагран 2,0 л/га	78,7	141,2	189,3	249,3	270,5	39,0	968,2
4. Пивот 0,7 л/га	75,1	143,3	158,8	240,8	304,1	38,9	961,0
5. Пульсар 0,8 л/га	67,1	117,2	138,9	182,3	258,8	34,9	799,2
6. Фабиан 100 г/га	74,6	107,7	146,9	174,6	253,6	33,6	791,0

Вклад работы фотосинтетического потенциала в накопление массы семян был самым высоким в варианте с применением Пульсара, так как доля семян в общей массе

сухого вещества составляла 65,6 % (табл. 4). Возможно, на активный отток питательных веществ в семена в этом случае оказало положительное влияние остаточное количество действующего вещества Пульсара – имазамокс, выполнившего роль стимулятора обменных процессов. Наибольшая биологическая урожайность семян получена в варианте с применением Базагран, на фоне почвенного гербицида Фронтьер. Вместе с тем, доля семян в общей массе абсолютно сухого вещества составляла только 58,5 %, следовательно, отток веществ в репродуктивные органы проходил у этих растений менее активно и продукты фотосинтеза остались в вегетативной массе. В контрольном варианте процесс фотосинтеза также был направлен преимущественно на накопление сухого вещества всего растения, а не на формирование семян. Доля семян в общем накоплении сухого вещества составляла всего 48,6 %. Следовательно, сорные растения оказывали отрицательное влияние на работу фотосинтетического аппарата.

Таблица 4

Влияние гербицидов на продуктивность фотосинтетического потенциала и биологическую урожайность сои сорта Гармония

Вариант	ПФП, кг сухого вещества на 1 тыс. ед. ФП	ПФП за вегетацию, кг семян на 1 тыс.ед. ФП	Доля семян от максим.массы сухого вещества, %	Биологическая урожайность семян, т/га
1. Контроль (без обработки гербицидами)	6,9	3,4	48,6	1,91
2. Фронтьер 1,2 л/га	5,0	3,6	77,2	2,70
3. Фронтьер 1,2 л/га + Базагран 2,0 л/га	5,3	3,1	58,5	2,98
4. Пивот 0,7 л/га	5,8	3,0	48,5	2,85
5. Пульсар 0,8 л/га	5,4	3,6	65,6	2,85
6. Фабиан 100 г/га	5,8	3,6	60,9	2,81

Удельная активность пероксидаз в листьях сои под влиянием опрыскивания растений гербицидами Базагран на фоне Фронтьера, Пульсара и Фабиана была ниже контроля, при наименьшем значении в варианте с использованием Пульсара (рис. 1).

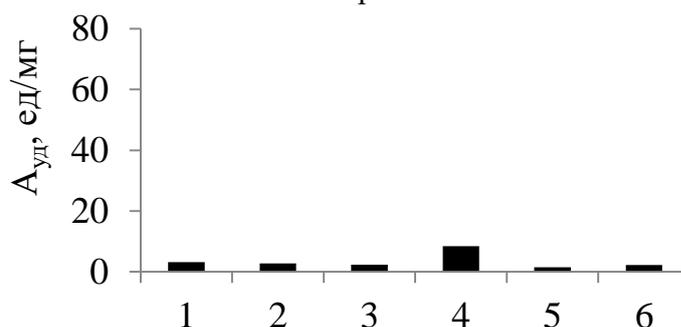


Рис. 1 Удельная активность пероксидазы листьев сои в зависимости от использования гербицидов: 1 – контроль, 2 – Фронтьер, 3 – Фронтьер + Базагран, 4 – Пивот, 5 – Пульсар, 6 – Фабиан

Активность фермента была максимальной в листьях сои, обработанных гербицидом Пивот, превышая контроль в три раза. Следовательно, из всех изучаемых нами гербицидов большее стрессовое воздействие на культурные растения оказывает Пивот, что подтверждается высокой удельной активностью пероксидазы.

Изучение влияния последствия гербицидов на посевные качества семян сои представляют практический интерес. В 3-дневных проростках семян, полученных при

возделывании сои с использованием гербицида Пивот, удельная активность пероксидазы была очень низкой, как в семенах урожая 2015 г., так и урожая 2016 г. (рис.2). Следовательно, использование Пивота в посевах сои не оказывает отрицательного влияния на формирование семян. Однако в семенах, обработанных гербицидом Пивот перед их проращиванием, удельная активность пероксидазы была высокой, а количество множественных форм фермента – максимальным.

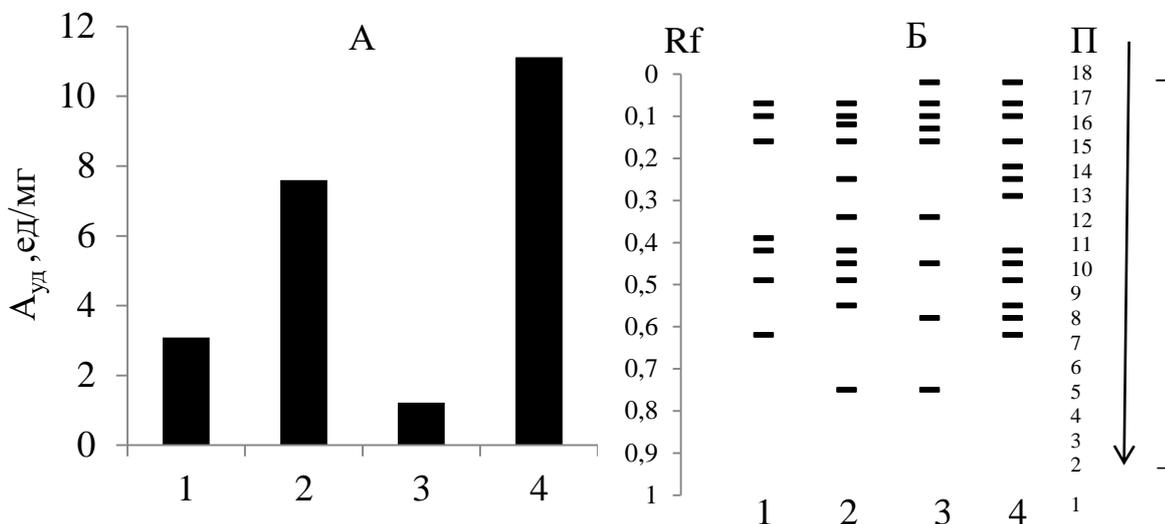


Рис. 2 Удельная активность пероксидазы (А) и схемы энзимогампероксидаз (Б) в 3-дневных проростках соисортаГармония: 1 – контроль, 2 – Пивот (семена урожая 2015 г.); 3 – контроль, 4 – Пивот(семена урожая 2016 г.)

Таким образом, повышение активности пероксидазы и максимальное количество множественных форм этого фермента свидетельствуют о высоком адаптивном потенциале сои и устойчивости к гербициду Пивот, при его непосредственном воздействии на семена.

Выводы

Использование гербицидов создает более благоприятные условия по освещенности сои за счет снижения численности сорняков, что способствует увеличению листовой поверхности. Максимальная площадь листьев была наибольшей в посевах, где для борьбы с сорняками использовали гербицид Пивот. В контрольном варианте площадь листьев была минимальной. Следовательно, применение гербицидов создает более благоприятные условия для работы фотосинтетического аппарата. Наибольший фотосинтетический потенциал в целом за вегетацию сформировался у сои в вариантах с применением гербицидов Базагран (на фоне Фронтъера) и Пивот. Вклад работы фотосинтетического потенциала в накопление массы семян был самым высоким в варианте с применением Пульсара, так как доля семян в общей массе сухого вещества составляла 65,6 %, а в варианте с применением Фронтъера и Базаграна, несмотря на самую высокую биологическую урожайность семян, их доля в общей биомассе составляла только 58,5 %. Следовательно, сорные растения оказывали отрицательное влияние на работу фотосинтетического аппарата и биологическую урожайность сои.

Повышения активности пероксидазы и максимальное количество множественных форм этого фермента свидетельствуют о высоком адаптивном потенциале сои и устойчивости к гербициду Пивот, при его непосредственном воздействии на семена. Показатели удельной активности пероксидазы и наличие ее

множественных форм подтверждают высокую адаптационную устойчивость сои к гербицидам.

Список литературы

1. *Береговая Ю.В., Тычинская И.Л., Ботуз Н.И., Лысенко Н.Н., Петрова С.Н.* Влияние различных систем гербицидов на симбиотическую активность сортов сои в условиях Орловской области // *Зернобобовые и крупяные культуры*. – 2017. – № 4 (24). – С. 58–63.
2. *Василенко А.И., Девяткин А.М.* Сорная растительность и вредители в посевах сои Центральной зоны Краснодарского края // *Научное обеспечение агропромышленного комплекса: сборник статей по материалам X Всероссийской конференции молодых ученых, посвященной 120-летию И.С. Косенко (26-30 ноября 2016 г.)*. – Краснодар, 2017. – С. 322–323.
3. *Ваулин А.Ю.* Эффективность гербицидов по подавлению многолетних двудольных сорняков в посевах сои на зерно в условиях лесостепи Челябинской области // *Проблемы аграрного сектора Южного Урала и пути их решения: материалы Международной научно-практической конференции Института агроэкологии (5-7 февраля 2018 г.)*. – Троицк, 2018. – С. 20–29.
4. *Вереникина Н.А.* Защита сои от сорных растений // *Сетевой научный журнал ОрелГАУ*. – 2016. – № 1 (6). – С. 16–19.
5. *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
6. *Зеленский Н.А., Зеленская Г.М., Абрамов А.А., Бабак Ю.В.* Продуктивность сои // *APK NEWS*. – 2018. – № 10. – С. 23–25.
7. *Иваченко Л.Е.* Ферменты как маркеры адаптации сои к условиям выращивания. – Благовещенск: Изд-во БГПУ, 2011. – 192 с.
8. *Лысенко Н.Н.* Гербициды в посевах сои // *Вестник Аграрной науки*. – Орел, 2018. – № 2 (71) – С. 19–28.
9. *Малый практикум по физиологии растений / Под ред. А.Т. Мокроносова*. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1994 – 184 с.
10. *Методические указания по испытанию гербицидов в растениеводстве / ВИЗР*. – М.: Колос, 1969. – 61 с.
11. *Михайлова М.П., Кузнецова В.А., Иваченко Л.Е., Синеговская Л.Е.* Пероксидазная активность листьев сои на разных стадиях вегетации при воздействии гербицида Тайфун // *Химия и химическое образование: материалы III Международной научно-практической конференции (12-13 ноября 2015 г.)*. – Благовещенск, 2015. – С. 95–98.
12. *Ничипорович А.А.* Фотосинтетическая деятельность растений в посевах (методы и задачи учета в связи с формированием урожая). – М., 1961. – 135 с.
13. Пат. 2539634. Российская Федерация, МПК А01G7/00, А01Н1/04. Способ определения продуктивности фотосинтетического потенциала сортов сои / Синеговская В.Т., Толмачев М.В. ; заявитель и патентообладатель ФГБНУ ВНИИ сои. – № 2013129655/13 ; заявл. 27.06.13 ; опубл. 20.01.12, Бюл. № 1. – 1 с.
14. *Салюкова Н.Н., Дементьев Д.А.* Симбиоз – основа высокой продуктивности сои // *Продовольственная безопасность и устойчивое развитие АПК: материалы Международной научно-практической конференции (20-21 октября 2015 г.)*. – Чебоксары, 2015. – С. 183–186.
15. *Трунова М.В.* Показатели роста растений сои и их связь с семенной продуктивностью // *Интенсификация и оптимизация производственного процесса*

сельскохозяйственных растений: материалы Международной научно-практической конференции (06-08 октября 2009 г.). – Орел: Орловский ГАУ имени Н.В. Парахина, 2009. – С. 162–167.

16. Шабалда О.Г., Агафонов О.М., Голубь А.С., Власова О.И., Донец И.А. Фотосинтетическая деятельность и продуктивность сои в зависимости от активности симбиоза // Теоретические и прикладные проблемы агропромышленного комплекса. – № 1 (34). – С. 7–11.

17. Davis B.J. Disc electrophoresis – II Method and application to human serum proteins // Ann. N. Y. Acad. Sci. – 1964. – V. 121. – P. 404–427.

Статья поступила в редакцию 01.07.2019 г.

Sinegovskaya V.T., Dushko O.S., Zshuravleva E.V. Influence of herbicides on photosynthetic and fermentation activity of soybean leaf apparatus // Bull. of the State Nikita Botan. Gard. – 2019. – № 132. – P. 149-156.

The degree of influence of herbicides on photosynthetic activity of crops and soybean yield under the conditions of the Amur region was studied, the resistance of cultivated plants to them according to the activity of peroxidase enzyme was determined. The decrease in the number of weeds through the use of herbicides contributed to creating favorable conditions for formation of soybean leaf surface and improving the work of a photosynthetic apparatus. In general, during a vegetation period, the photosynthetic potential was higher in soybean in the variants with the use of herbicides Bazagran (against the background of soil Frontier) and Pivot by vegetation. The indicators of a leaf area and duration of their work in crops of the control variant were the lowest ones. The photosynthetic potential (PhP) reached the highest value in the period of a seed filling in all the variants of the experience. It reached its maximum value in the variant with the use of Pivot herbicide, exceeding the control variant by 46.8%. The stress effect of Pivot herbicide on the cultivated plants of soybean was revealed, which is confirmed by the high specific activity of peroxidase. It was established that the increase in a peroxidase activity and the maximum number of multiple forms of this enzyme indicated a high adaptive potential of soybean and resistance to Pivot herbicide, with its direct effect on the seeds.

Key words: *soybean; herbicides; leaf area; photosynthetic potential; productivity of photosynthetic potential; peroxidase enzyme*

НАУЧНОЕ ИЗДАНИЕ

Печатается по постановлению Ученого совета
Федерального государственного бюджетного учреждения науки
«Ордена Трудового Красного Знамени Никитский ботанический сад –
Национальный научный центр РАН»
от 06.08.2019 г., протокол № 12

Подписано к печати 06.08.2019 г.

Дата выхода 26.08.2019 г.

Бюллетень ГНБС

Выпуск 132

Ответственный за выпуск
Макрушин Н.М.
Компьютерная вёрстка
Мякинникова М.Е.

<https://boolt.elpub.ru/jour>

Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-71440 от 26 октября 2017 г.

Формат 210 x 297. Бумага офсетная – 80 г/м².
Печать ризографическая. Уч.-печат. л. 10. Тираж 200 экз. Заказ № 08А/08.

Адрес учредителя и редакции:
298648, Российская Федерация, Республика Крым, г. Ялта,
пгт Никита, спуск Никитский, 52
Телефон: +7 978 802 34 83
E-mail: redaknbg@yandex.ru

Цена – свободная

Отпечатано с оригинал-макета в типографии «ИТ «АРИАЛ».
295015, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Севастопольская, 31-а/2,
тел.: +7 978 71 72 901, e-mail: it.arial@yandex.ru, www.arial.3652.ru