НАУЧНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

ВЕСТНИК РОССИЙСКОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ НАУКИ

SCIENTIFIC-THEORETICAL JOURNAL VESTNIK OF THE RUSSIAN AGRICULTURAL SCIENCE

 $\sqrt{25} \frac{$ Сентябрь-Октябрь $}{}$ September-October 2021

Издается с января 1992 года. Выходит 6 раз в год. ISSN 2500-2082

© Российская академия наук, 2021 © «Вестник российской сельскохозяйственной науки», 2021

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР академик РАНГ.**А. Романенко**

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

академики РАН

Авидзба А.М. (Национальный НИИ винограда и вина «Магарач»), Горлов И.Ф. (Поволжский НИИ производства и переработки мясомолочной продукции), Долгушкин Н.К. (заместитель главного редактора) РАН, Иванов А.Л. (Почвенный институт имени В.В. Докучаева), Измайлов А.Ю. (Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ), Каракотов С.Д. (АО «Щелково Агрохим»), Кашеваров Н.И. (Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН), Кулик К.Н. (Федеральный научный центр агроэкологии РАН), Ван Мансвельт Ян (Нидерланды), Петров А.Н. (Всероссийский НИИ технологий консервирования), Попов В.Д. (Институт агроинженерных и экологических проблем сельскохозяйственного производства). Савченко И.В. (Всероссийский НИИ лекарственных и ароматических растений), Синеговская В.Т. (Всероссийский НИИ сои), Фисинин В.И. (Федеральный научный центр «ВНИТИП» РАН), Якушев В.П. (Агрофизический НИИ)

член-корреспондент РАН

Багиров В.А. (Департамент координации деятельности организаций в сфере сельскохозяйственных наук Министерства науки и высшего образования РФ)

ОТВЕТСТВЕННЫЙ РЕДАКТОР – С.Л. Сенина

Журнал в виде отдельной базы данных Russian Science Citation Index (RSCI) размещен на платформе Web of Science. Зарегистрирован в Российском индексе научного цитирования (РИНЦ) и в Международной информационной системе Agris, а также включен в перечень изданий, рекомендованных ВАК РФ для публикации трудов соискателей ученых степеней кандидата и доктора наук.

Полные тексты статей размещаются на сайте научной электронной библиотеки: elibrary.ru

Адрес: 119334, Москва, Ленинский проспект, д. 32 А, Отделение сельскохозяйственных наук РАН, оф. 1006 Тел.: 8 (495) 938-17-51, 8 (916) 504-79-50 E-mail: vrsn@vestnik-rsn.ru Website: www.vestnik-rsn.ru Published January 1992. Published 6 times a year. ISSN 2500-2082

EDITOR Academician of the RAS G.A. Romanenko

EDITORIAL BOARD:

Academician of the RAS

Avidzba A.M. (National Institute of Vine and Wine "Magarach"), Gorlov I.F. (Povolzhskiy (Volga) Research Institute of Production and Processing of Meat and Dairy Products), Dolgushkin N.K. (Russian Academy of Sciences), Ivanov A.L. (Soil Institute named after V. V. Dokuchayev), Izmajlov A.Ju. (Federal Scientific Agroengineering center RAS), Karakotov S.D. (JSC "Shchelkovo Agrokhim"), Kashevarov N.I. (Siberian Federal Scientific center of Agrobiotechnology of RAS), Kulik K.N. (Federal Scientific center of Agroecology RAS), Mansvelt, Jan Diek van (Netherlands), Petrov A.N. (All-Russian Research Institute of Canning Technology), Popov V.D. (Institute of Agroengineering and environmental problems of agricultural production), Savchenko I.V. (All-Russian Research Institute of Medicinal and Aromatic Plants), Sinegovskaja V.T. (All-Russian Research Institute of Soy), Fisinin V.I. (Federal Scientific Center "VNITIP" RAS), Jakushev V.P. (Agrophysical Research Institute)

Corresponding member of the RAS

Bagirov V.A. (Department of coordination of organizations in the field of agricultural Sciences of the Ministry of science and higher education of the Russian Federation)

EXECUTIVE EDITOR - S.L. Senina

The journal to a separate database of RSCI posted on the Web of Science platform. Registered in the Russian science citation index (RSCI) and the International information system Agris.

Full texts of articles are placed on the website of electronic library: elibrary.ru

Address: 119334, Moscow, Leninsky prospekt, 32 A,
Department of Agricultural Sciences of the RAS, of. 1006
Tel.: +7 (495) 938 17-51, +7 (916) 504-79-50
E-mail: vrsn@vestnik-rsn.ru
Website: www.vestnik-rsn.ru

Содержание / Contents

АГРОНОМИЯ/AGRONOMY

Растениеводство и селекция / Crop production and selection

- 4 Лосева В.А., Темирбекова С.К., Новикова Л.Ю. и др. / Loseva V.A., Temirbekova S.K., Novikova L.Yu. et al. Результаты полевого изучения образцов яровой мягкой пшеницы из новейших поступлений в коллекцию ВИР в условиях Центрально-Черноземного региона РФ / Results of a spring soft wheat samples field study from the newest additions to the VIR collection in the Central Black Earth Region of the Russian Federation conditions
- 11 Синеговская В.Т., Очкурова В.В. / Sinegovskaya V.Т., Ochkurova V.V.

 Формирование репродуктивных органов у скороспелого сорта сои в зависимости от способа посева / A reproductive organs formation in early maturing soybean variety depending on the sowing method
- Aгеева П.А., Матюхина М.В., Почутина Н.А., Громова О.М. / Ageeva P.A., Matuykhina M.V., Pochutina N.A., Gromova О.М. Результаты оценки сортов узколистного люпина по хозяйственно ценным признакам и адаптивности в условиях Брянской области / The results of narrow leaved lupine varieties evaluating for economically valuable traits and adaptability to the Bryansk region conditions
- 18 Ненько Н.И., Киселева Г.К., Ильина И.А. и др. / Nen'ko N.I., Kiseleva G. K., Il'ina I.A. et al. Устойчивость сортов винограда к низким температурам зимнего периода / A grape varieties resistance to low winter temperatures
- **22** Сухоруков А.Ф., Сухоруков А.А., Бугакова Н.Э. / Sukhorukov A.F., Sukhorukov A.A., Bugakova N.E. Влияние метеорологических условий на качество зерна сорта озимой пшеницы *Бирюза* / The influence of meteorological conditions on the grain quality of the winter wheat "*Biryuza*" variety
- 26 Дукси Ф., Вандышев В.В., Мусса Р. и др. / Duksi F., Vandyshev V.V., Mussa R. et al. Изучение коэффициента набухания семян цератонии стручковой / Studying of the Ceratonia silique seeds swelling coefficient
- **29** Кулян Р.В., Белоус О.Г., Платонова Н.Б. / Kulyan R.V., Belous O.G., Platonova N.В. Ассимиляционный аппарат отдаленных гибридов цитрусовых, как элемент неспецифического механизма устойчивости / A distant citrus hybrids assimilatory apparatus as a nonspecific resistance mechanism element
- 33 Жданова А.А., Кочнева М.Б. / Zhdanova А.А., Kochneva М.В. Анализ потенциала адаптивности сортов вики посевной по урожайности зеленой массы в условиях юго-восточной зоны Камчатского края/ An adaptability potential analysis of the Vicia sativa varieties on the green mass yield in the south eastern zone of the Kamchatka Territory conditions
- Mасалова Л.И., Емельянова О.Ю. / Masalova L.I., Emelyanova О.Yu.
 Перспективность использования декоративных растений рода *Berberis* в культурной дендрофлоре Орловской области / A prospects of the *Berberis* genus ornamental plants using in the cultural dendroflora of the Oryol region

- **42** Курашев О.В., Титова Ю.Г. / Kurashev O.V., Titova Yu.G.
 Архитектоника (габитус) куста гибридных форм крыжовника промышленного типа / Agrotechnics (habit) of hybrid forms of industrial type gooseberries bushes
- **Корнеева С.А., Седов Е.Н., Янчук Т.В. / Коrneeva S.A., Sedov E.N., Yanchuk T.V.**Перспективность закладки суперинтенсивных безопорных садов колонновидных сортов яблони / A prospects of the super-intensive unsupported gardens establishment of columnar apple tree varieties
- Ожерельева З.Е., Калинина О.В. / Ozherel'eva Z.Е., Kalinina O.V.
 Изучение засухоустойчивости отборных сеянцев смородины красной по показателям водного режима / Study of drought resistance of red currant selected seedlings according to the water regime indicators
- **Eмельянова O.Ю., Фирсов A.H. / Emelyanova O.Yu., Firsov A.N.**Эколого-биологические особенности редких плодовых растений семейства *Rosaceae* Juss. / An ecological and biological features of rare fruit plants of the *Rosaceae* Juss. family
- **57** Кулдошова К.М., Ахунов А.А., Хашимова Н.Р. и др. / Kuldoshova K.M., Akhunov A.A., Khashimova N.R. et al. Влияние АБК и ИУК на содержание редуцирующих сахаров и эндогенных фитогормонов в хлопчатнике при засолении / The effect of ABA and IAA phytohormones on the reducing sugars and endogenous phytohormones content of cotton plant under salification

Кормопроизводство/ Fodder production

- 3олотарев В.Н. / Zolotarev V.N.
 Агротехнологические особенности уборки клевера ползучего на семена / Agrotechnological harvesting features of Trifolium repens for seeds
- **67 Евстратова Л.П., Николаева Е.В., Евсеева Г.В., Евстратов И.В.** / **Evstratova L.P., Nikolaeva E.V., Evseeva G.V., Evstratov I.V.** Продуктивность агрофитоценозов при совместном выращивании многолетних трав и топинамбура / Agrophytocenoses productivity under coculturing of perennial grasses and Jerusalem artichoke

Почвоведение/ Soil Science

- **72** Биарсланов А.Б., Залибеков З.Г., Гасанова З.У. и др. / Biarslanov A.B., Zalibekov Z.G., Gasanova Z.U. et al. Современное состояние солевого баланса почв импактной зоны артезианских источников Северо-Западного Прикаспия / The current state of the salt status of soils in artesian springs impact zone of the North-Western Caspian region
- ХРАНЕНИЕ И ПЕРЕРАБОТКА / STORAGE AND PROCESSING
 - **78** Кондратьев Н.Б., Казанцев Е.В., Руденко О.С. и др. / Kondrat'yev N.B., Kazantsev E.V., Rudenko O.S. et al. Температура хранения как фактор миграции жиров в глазированных сахаристых кондитерских изделиях / Storage temperature as a factor of fat migration in glazed sugary confectionery products

Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № ФС77-63276 от 06 октября 2015 г., выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор)

Подписано к печати 25.09.2021 г. Формат 60×88 1/8. Усл. печ. л. 9,78. Уч.-изд. л. 10,00. Заказ № 31. Тираж 21 экз. Бесплатно.

(16+)

Учредитель: Российская академия наук

Издатель: Российская академия наук, 119991, Москва, Ленинский пр-т, 14 Исполнитель по госконтракту № 4У-ЭА-068-20 ООО "Объединённая редакция", 109028, Москва, Подкопаевский пер., д. 5, каб. 6 Отпечатано ИП Ерхова И.М. 125267, Москва, Ленинградский пр-т, 47, тел. 8 495 799-48-85

В.А. Лосева

Екатерининская опытная станция— филиал ВИР РФ, 393023, Тамбовская обл., Никифоровский р-н, с. Екатеринино, ул. Парковая

С.К. Темирбекова, доктор биологических наук, профессор

Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии РФ, 143050, Московская обл., Одинцовский р-н, Большие Вяземы

Л.Ю. Новикова, доктор сельскохозяйственных наук

А.Н. Брыкова

Е.Ю. Кудрявцева

Е.В. Зуев, кандидат сельскохозяйственных наук

ФИЦ Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова (ВИР) РФ, 190000, г. Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, 42-44 E-mail: sul20@yandex.ru

УДК: 631.527:633.11

DOI:10.30850/vrsn/2021/5/4-10

РЕЗУЛЬТАТЫ ПОЛЕВОГО ИЗУЧЕНИЯ ОБРАЗЦОВ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ ИЗ НОВЕЙШИХ ПОСТУПЛЕНИЙ В КОЛЛЕКЦИЮ ВИР В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЕМНОГО РЕГИОНА РФ*

В 2018—2020 годах на Екатерининской ОС — филиале ВИР проведено полевое изучение 147 образцов яровой мягкой пшеницы из 17 стран. Полевые и лабораторные оценки сделаны согласно методическим указаниям ВИР. Исследована межгодовая вариабельность основных хозяйственно ценных признаков, оценена достоверность различий сортов по этим показателям дисперсионным анализом (ANOVA). Образцы достоверно различались по урожайности, массе 1000 зерен, устойчивости к полеганию и мучнистой росе. Изучена структура выборки методом главных компонент (PCA). Главный дифференцирующий признак — урожайность, тесно положительно связанная с массой зерна главного колоса и продолжительностью вегетационного периода образца. Второй фактор — высота растения и отрицательно связанное с нею полегание. Для селекции на урожайность в условиях Тамбовской области представляют интерес образцы европейской селекции, в частности, из Великобритании, показавшие высокую урожайность в сочетании с устойчивостью к полеганию. В результате полевого изучения выявлены источники высокой озерненности и урожайности. В условиях Тамбовской области в последние десятилетия наблюдается рост температур и слабое увеличение осадков, что создает возможности выращивания более поздних, урожайных сортов.

Ключевые слова: Triticum aestivum L., источники хозяйственно ценных признаков, сорт, дисперсионный анализ, метод главных компонент.

V.A. Loseva

Yekaterinino experimental station — branch of the VIR RF, 393023, Tambovskaya obl., Nikiforovskij r-n, s. Ekaterinino, ul. Parkovaya

S.K. Temirbekova, Grand PhD in Biological sciences, Professor

All-Russian Research Institute of Phytopathology RF, 143050, Moscovskaya obl., Odintsovskiy r-n, Bolshye Vyaz'my

L.Yu. Novikova, Grand PhD in Agricultural sciences

A.N. Brykova

E.Yu. Kudryavtseva

E.V. Zuev, PhD in Agricultural sciences

N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources (VIR) RF, 190000, g. Sankt-Peterburg, ul. Bol'shaya Morskaya, 42-44 E-mail: sul20@yandex.ru

RESULTS OF A SPRING SOFT WHEAT SAMPLES FIELD STUDY FROM THE NEWEST ADDITIONS TO THE VIR COLLECTION IN THE CENTRAL BLACK EARTH REGION OF THE RUSSIAN FEDERATION CONDITIONS

In 2018–2020, a field study of 147 accessions of spring bread wheat from 17 countries was conducted at the Yekaterinino Experiment Station — branch of VIR. Field and laboratory assessments were carried out in accordance with the VIR guidelines. The interannual variability of the main economically valuable traits was evaluated, and the reliability of differences in accessions by these indicators was estimated using the analysis of variance (ANOVA). The structure of the sample was studied by the principal component analysis (PCA). The most varied by year were the weight of grain from the main ear and the yield. ANOVA showed that the accessions significantly differed in yield, weight of 1000 grains, resistance to lodging and powdery mildew. PCA showed that the main differentiating feature is yield, which is closely positively related to the grain weight from the main ear and the duration of the growing season of the accession.

^{*} Работа выполнена в рамках государственного задания согласно тематическому плану ВИР по теме № 0662-2019-0006 «Поиск, поддержание жизнеспособности и раскрытие потенциала наследственной изменчивости мировой коллекции зерновых и крупяных культур ВИР для развития оптимизированного генбанка и рационального использования в селекции и растениеводстве» / The work was carried out within the framework of the state assignment VIR according to the thematic plan № 0662-2019-0006 «Search, maintenance of viability and disclosure of the hereditary variability potential of the VIR grain and cereal crops world collection for the developing of an optimized genebank and rational use in breeding and crop production».

The second factor is the height of the plant and the lodging negative associated with it. It was revealed that for breeding in the conditions of the Tambov region of interest are samples of European breeding, in particular, from the Great Britain, which showed high yield in combination with low height, high resistance to lodging. As a result of the field study, the sources of a high number of grains in the main ear and yield were identified. In the conditions of the Tambov region, in recent decades, there has been an increase in temperatures, precipitation also slightly increases, which creates opportunities for growing later, more productive varieties.

Key words: Triticum aestivum L., sources of breeding characteristics, cultivar, analysis of variance, principal component analysis.

Мягкая пшеница (*Triticum aestivum* L.) — одна из важнейших продовольственных культур в мире. От увеличения объема производства зерна пшеницы зависит продовольственная безопасность Российской Федерации. [4]

Посевные площади яровой пшеницы (400...500 тыс. га), как страховой культуры в Центрально-Черноземной зоне РФ (ЦЧЗ РФ), определяются сохранностью главной продовольственной культуры — озимой пшеницы (2,3 млн га). [9]

В Тамбовской области пшеница в 2019 году занимала 590,8 тыс. га, из которых яровая мягкая — 134,2 тыс. га. Урожайность культуры в регионе составила 27,8 ц/га, валовый сбор — 372 тыс. т. [13]

В ЦЧЗ РФ благоприятные почвенно-климатические условия для выращивания сильных и высокоценных по качеству зерна и муки сортов яровой пшеницы. Но в определенные периоды роста и развития растения могут испытывать негативное влияние недостатка влаги, высоких дневных температур мая и июня, сухости воздуха и других факторов. [7]

В связи с увеличением посевных площадей под яровую пшеницу в регионе необходимы новые высокоурожайные сорта. Селекционной программой по пшенице для ЦЧЗ РФ в НИИСХ Центрально-Черноземной полосы им. В.В. Докучаева с 1990 года руководит кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник Е.И. Малокостова. [8]

Селекционная программа есть и в ФНЦ им. И.В. Мичурина. [10] В Тамбовском НИИСХ также проводят работу по созданию новых сортов пшеницы.

В ЦЧЗ РФ к 2020 году допущено к использованию 20 сортов яровой мягкой пшеницы. [12] Среди них — пять селекции НИИСХ Центрально-Черноземной полосы им. В.В. Докучаева, по два представлены Казанским научным центром РАН (Татарский НИИСХ) и Ершовской Опытной Станцией, восемь — иностранных. Выведение адаптивных сортов, устойчивых к различным стрессам, остается актуальной проблемой, тем более что набор негативных факторов, влияющих на растения, расширяется в связи с изменением климата. Только имея информацию о продуктивности, адаптивности и стабильности сорта, можно эффективно его использовать. [2]

На Екатерининской опытной станции Всероссийского института генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова (ЕОС, пос. Екатеринино, Никифоровского р-на Тамбовской обл.) с 1972 года проводится систематическое полевое исследование коллекции яровой мягкой пшеницы для селекции.

Цель работы — описать результаты трехлетнего изучения образцов яровой мягкой пшеницы из новейших поступлений в коллекцию ВИР и предложить селекционерам новый исходный материал по основным направлениям селекции яровой мягкой пшеницы в ЦЧЗ РФ.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В течение трех лет (2018—2020) на Екатерининской ОС — филиале ВИР изучили 147 образцов яровой мягкой пшеницы из 17 стран. Это новые сорта и линии, в основном из России, Казахстана и европейских стран. Иностранные образцы поступили из фирм «КВС» — 10 и «Дойче Заатвеределунг» — 9 (Германия), «Селген» (Чехия) — 6, «Секобра» (Франция) — 6, Актюбинской СХОС (Казахстан) — 8 и других источников.

Образцы российской селекции представляли 20 регионов. Преобладали линии из Ленинградской области (14), созданные в отделах физиологии растений и генетики ВИРа. Из генбанка США (Национальная коллекция зерновых, г. Абердин) получено 12 местных российских сортов, собранных американскими исследователями в начале ХХ-го века в различных областях нашей страны. Изучали сорта ГАУ Северного Зауралья, Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина, Института цитологии и генетики СО РАН, Красноуфимского селекцентра, ООО «Агрокомплекс «Кургансемена», Поволжского НИИСС им. П.Н. Константинова, СибНИИРС, ООО «Агролига Семена», Омского ГАУ, а также научно-исследовательских институтов сельского хозяйства — Московского «Немчиновка», Северо-Востока, Самарского, Татарского, Пензенского, Ульяновского, Челябинского, Северного Зауралья, Сибирского.

По данным метеопункта Екатерининской опытной станции погодные условия в период изучения коллекционных образцов различались по основным показателям. Самым жарким было лето 2019 года. Среднемесячная температура в июле — 26,6°С (рис. 1A, 2-я стр. обл.). Прослеживается тенденция превышения среднемесячных температур в последние три года. Климат Тамбовской области характеризуется недостаточным увлажнением [1], что делает влагообеспеченность сезона важнейшим фактором. Наибольшее количество осадков весенне-летнего периода выпало в мае и июне 2020 года — 114 и 104 мм соответственно (рис. 1Б, 2-я стр. обл.), но в июле отмечался значительный дефицит влаги.

Полевые опыты выполняли по общепринятым правилам агротехники возделывания яровой мягкой пшеницы. Высевали образцы в оптимальные сроки (29.04.2018, 23.04.2019, 24.04.2020) сеялкой ССФК-7. Учетная площадь делянки — 1 м². Стандарт — сорт Кутулукская (к-54213, Самарская обл.) размещали через каждые двадцать номеров коллекции. Работу проводили согласно методическим указаниям ВИР. [11] Убирали образцы комбайном Неде 130Е.

Исследовали 13 показателей: продолжительность периодов всходы-колошение, колошение-восковая спелость, всходы-восковая спелость (вегетационный период); устойчивость к мучнистой росе, бурой

ржавчине, полеганию; высота растения; длина колоса; число колосков в колосе; число зерен в колосе; масса зерна с главного колоса; урожайность; масса 1000 зерен.

Группировка образцов по признакам (высота растения, длина колоса, озерненность колоса, масса зерна с главного колоса, масса 1000 зерен) приведена по Широкому унифицированному классификатору СЭВ рода *Triticum* L. [14] Продолжительность вегетационного периода и урожайность сгруппированы на основе многолетних данных. [6]

Сравнение сортов, групп образцов разного географического происхождения проведено дисперсионным анализом (ANOVA) с помощью критерия Тьюки HSD. Структура выборки исследована методом главных компонент (PCA). Использован пакет Statistica 13.3. В исследовании принят 5%-й уровень значимости.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Сравнение сортов по основным селекционным признакам. Однофакторный дисперсионный анализ показал, что по результатам трехлетних испытаний сорта достоверно различались по всем показателям, кроме продолжительности периода колошение-созревание (p=1,000), длины колоса (p=0,316), массы зерна с главного колоса (p=0,517), то есть межгодовая вариабельность этих признаков перекрыла различия между сортами. Для характеристики устойчивости сортов к полеганию и мучнистой росе использованы минимальные значения за годы исследования. Устойчивость к бурой ржавчине наблюдали только в 2020 году, достоверность различий сортов по этому показателю не исследовали.

Период всходы-восковая спелость в условиях Тамбовской области изменялся от 73,7 дн. у линий из Ленинградской обл. — *Рифор* (к-67120) и *Рифор 6* (к-67121) до 93 дн. у сорта *Luteus* (к-67089, Германия). В среднем период составил — 83,7 дн.

Образцы с самым коротким периодом всходывосковая спелость (73,7 дн.) входили в группу ультраскороспелых пшениц, 37 — скороспелых, 50 — среднеспелых, 49 — среднепоздних и 9 — поздних. Стандартный сорт *Кутулукская* — среднеспелый с вегетационным периодом — 84,7 дн.

Шесть образцов характеризовались наибольшей стабильностью признака всходы-восковая спелость: скороспелые — *Ботаническая 81* (к-66351, Московская обл.), *Клара* (к-66398, Кировская обл.), *ЛТ-9* (к-67123, Ленинградская обл.), среднеспелые — *KWS Buran* (к-67088, Германия), *Chasseral* (к-67114, Швейцария) и *Тюменская 34* (к-67126, Тюменская обл.).

Образец *Digana* (к-67106, Швейцария) сильно варьировал по продолжительности вегетационного периода.

Большинство российских сортов и линий были скороспелыми. Образцы из Европы входили в группу среднеспелых пшениц, Азии — позднеспелых.

Высота растений пшеницы в среднем по опыту была 86,6 см и варьировала от 43,3 у линии ЛТ-11 (к-67124, Ленинградская обл.) до 115 см у сорта Нива Прииртышья (к-67133, Казахстан). В соответствии с международным классификатором СЭВ изучаемые образцы были распределены на группы: полукар-

лики (44...73 см) - 24, среднерослые (74...103) - 91, высокорослые (104...133 см) - 32. Карликов (менее 43 см) и очень высокорослых образцов (более 134 см) в наших опытах не было. Стандартный сорт *Кутулукская* — среднерослый (101,7 см).

Из группы полукарликов в наименьшей степени признак варьировал у сортов: *Olivart* (к-67069, Бельгия), *Granary* (к-67073), *KWS Alderon* (к-67074) из Великобритании, *Sensas* (к-67097, Франция) и *Trovat* (к-67112, Швейцария). Из среднерослых сортов стабильным по годам признак был у сортов *Канюк* (к-66426, Франция) и *Melon* (к-67081, Германия). Местный грузинский сорт к-66445 сильно варьировал по высоте.

Сорта и линии российского происхождения в основном представлены среднерослыми формами (62%), европейские распределялись на две группы: среднерослые (65%) и полукарлики (35%).

Высокорослыми были образцы из России, Казахстана, Грузии и Эфиопии. Наиболее высокорослыми — образцы из Казахстана (средняя высота 105,2 см), контрастны к ним по критерию Тьюки HSD низкорослые образцы европейской селекции — из Испании (50,0), Швейцарии (71,7), Великобритании (72,3), Чехии (73,6), Франции (76,4), Германии (76,5) и Швеции (78,9 см).

За три года 90 сортов (61 %) показали очень высокую (9 баллов) и высокую (7) устойчивость к полеганию. Местные сорта Грузии, Таджикистана, Эфиопии и стандарт не были устойчивы к полеганию. Однако наличие 16 современных сортов Российской селекции, которые полегали в разной степени, показывает, что селекция на этот признак актуальна в регионе.

Устойчивость к мучнистой росе определяли только в 2018 и 2020 годах, в 2019 — поражение отсутствовало. По двухлетней оценке выявлено 16 высокоустойчивых сортов пшеницы (9 баллов): Сибирская 21 (к-66269, Новосибирская обл.); Воеtt (к-66353), Ваtalj (к-67116), Diskett (к-67118), Stilett (к-67119) из Швеции; Digana (к-67106), CH Campala (к-67107), Prosa (к-67109), Stanga (к-67110), Togano (к-67111), Chasseral (к-67114) из Швейцарии; Cornetto (к-66376), Sensas (к-67097), Licamero (к-67099) из Франции; Quintus (к-66882, Германия); Arabeska (к-67093, Польша).

Устойчивость к бурой ржавчине выявляли в 2020 году. Высокоустойчивым оказался только сорт *Атпант* (к-66352, Пензенская обл.). Стандартный сорт *Кутулукская* был неустойчив к обеим болезням.

Длина колоса у образцов варьировала от 7,3 до $14,1\,$ см (среднее $-10,4\,$ см). Распределение образцов по длине колоса: очень длинный (более $13,6\,$ см) $-1\,$ (Айна (к-66779, Казахстан), длинный (10,6...13,5) -56, средний (7,6...10,5) -88, короткий ($4,6...7,5\,$ см) -1. Образцов с очень коротким колосом не было. У стандартного сорта средняя длина колоса $-9,4\,$ см.

Наибольшей стабильностью признака из длинноколосых пшениц характеризовалась линия Ленса 2 (к-66380, Ленинградская обл.), средней — сорта Волошинка (к-66437, Омская обл.) и Samuno (к-67083, Германия). Сильно варьировал по длине колоса местный сорт Амурской области к-66749.

Озерненность колоса — один из важных элементов структуры урожая. Среднее значение признака — 45,4 шт., у стандартного сорта низкое — 28,6 шт. Самое большое число зерен в колосе (62,9 шт.) — у сорта *KWS Alderon* (к-67074, Великобритания), он показал наибольшую стабильность признака по годам исследования.

Очень высокая озерненность колоса (более 56 шт.) была у 11 образцов (табл. 1), высокая (36...55) — 121, средняя (26...36) — 9, низкая (16...25 шт.) — 1. Таким образом, в условиях Тамбовской области изучаемые образцы имели в основном высокую озеренность колоса, особенно сорта фирмы KWS.

Масса зерна с главного колоса варьировала от низких значений (1,4 г) у образцов *Rusak* (к-66769, Воронежская обл.) и стандартного сорта до очень высоких (3,0 г) у сорта *Byron* (к-67072, Великобритания), при среднем значении признака -2 г.

В группу с очень высокой массой зерна с главного колоса (больше 2,7 г) вошли семь образцов: KWS Torridon (к-66273), Belvoir (к-67070), Ashby (к-67071), Byron (к-67072), KWS Alderon (к-67074), KWS Bittern (к-67075) из Великобритании; Quintus (к-66882, Германия). Образцов с высокой массой (2,1...2,6 г) было 59, средней (1,5...2,0) — 72, низкой (0,9...1,4 г) — 9. Стабильным признак отмечен у сортов Odeta (к-66394, Чехия), Trovat (к-67112), Chasseral (к-67114) из Швейцарии, Puфор 6 (к-67121, Ленинградская обл.), при средней продуктивности колоса.

Масса 1000 зерен изменялась от 26,7 г у линии ΠT -11 (к-67124, Ленинградская обл.) до 48,7 г у сорта *Ботаническая 81* (к-66351, Московская обл.). Среднее значение признака — 37,5, у стандартного сорта — 43,3 г.

Образцы разделили по крупности зерна: крупное (45...53 г) — 4, среднее (37...44) — 83, мелкое (26...36 г) — 48. Образцов с очень крупным и очень мелким зерном не было. Крупнозерные сорта: *Бо-таническая 81, KWS Sunset* (к-66375, Германия), к-66445 (Грузия), *Byron* (к-67072, Великобритания).

В меньшей степени признак варьировал в группе среднекрупных образцов: *Старт* (к-66395, Курганская обл.), *Клара* (к-66398, Кировская обл.),

Ргоза (к-67109, Швейцария) и у мелкосемянных сортов: Ленса 6 (к-66384, Ленинградская обл.), Rubin (к-67068, Австрия), Mandaryna (к-67096, Польша), Specifik (к-67098, Франция), Dafne (к-67100, Чехия), Stilett (к-67119, Швеция). Сорт Тюменочка (к-66271, Тюменская обл.) сильно варьировал по массе 1000 зерен по годам изучения.

Критерий Тьюки не подтвердил наличие контрастных групп по данному признаку.

Урожайность яровой пшеницы в условиях Северо-Востока ЦЧР зависит от погодных условий мая и июня. Увеличение гидротермического коэффициента в этот период способствует повышению продуктивности культуры. [3]

Масса зерна с 1 м^2 изменялась от 227,3 г/ м^2 у линии *Рифор 6* (к-67121, Ленинградская обл.) до 794 г/ м^2 у сорта *KWS Torridon* (к-66273, Великобритания). Средняя урожайность — 548,6, у стандартного сорта — 555 г/ м^2 .

На основе трехлетних данных образцы сортировали на высокоурожайные (более 644 г/м^2) — 28, урожайные (493...643) — 77, среднеурожайные (342...492) — 32, низкоурожайные (191...341) — 8, очень низкоурожайные (менее 191 г/м^2) — нет. Из-за включения новых современных сортов яровой мягкой пшеницы большинство образцов оказались высокоурожайными и урожайными. Лучшие образцы приведены в таблице 2. Однако на фоне значительной межгодовой вариабельности урожайности только сорт *KWS Torridon* (κ -66273, Великобритания) достоверно превышал стандарт.

Дисперсионный анализ подтвердил достоверность различий стран-оригинаторов по урожайности. По критерию Тьюки HSD выделены образцы из Великобритании (651,5 г/м²) и Чехии (647,9), и контрастные к ним из Таджикистана (317,5) и Эфиопии (430,4 г/м²).

За последние годы урожайность сортов в условиях Тамбовской области увеличилась. Это связано с отсутствием засухи, улучшением агротехники, а также поступлением в коллекцию ВИР новых урожайных сортов. На Екатерининской ОС с 1989 по 2009 год была установлена максимальная урожайность яровой мягкой пшеницы — 508 г/м² [5]

Высокоозерненные образцы яровой мягкой пшеницы

Таблица 1.

II DIAD			Чи	сло зерен в колосе, ш	IT.
Номер каталога ВИР	Название	Происхождение	$x_{\varphi}\pm S_{x}$	max	min
66882	Quintus	Германия	56,5±5,15	61,2	51
67086	KWS Chamsin	Германия	56,6±9,75	67,2	48
67073	Granary	Великобритания	56,7±16,13	74,2	42,4
66350	Лиза	РФ, Московская обл.	57,0±4,05	61,6	54,1
67102	Astrid	Чехия	58,4±5,10	63,6	53,4
67087	KWS Collada	Германия	59,6±11,72	72,8	50,4
67070	Belvoir	Великобритания	60,2±14,82	76,0	46,6
67076	KWS Willow	Великобритания	60,3±6,28	65,2	53,2
67096	Mandaryna	Польша	60,7±6,12	65,4	53,8
66273	KWS Torridon	Великобритания	61,5±4,31	66,4	58,2
67074	KWS Alderon	Великобритания	62,9±0,76	63,8	62,4
54213	Кутулукская (st)	Самарская обл.	28,6±3,39	31,0	26,2
HCP _{os}			14,0		

Среди урожайных сортов в меньшей степени признак варьировал у образцов *Бурлак*, *Granary*, *Hepдa*, *Calispero*, *Kumpu*, в большей у сорта *Byron*.

Межгодовая вариабельность агробиологических показателей. Годы исследования были контрастны по погодным условиям, наблюдалась значительная вариабельность всех характеристик сортов (рис. 2, 2-я стр. обл.).

Наибольшая средняя урожайность (653,6 г/м²) и высота растения (103,0 см) были в 2020 году (рис. 2), что связано с лучшей влагообеспеченностью периода всходы-колошение. Но засушливые условия июля не способствовали формированию крупного зерна, масса 1000 зерен в среднем – 37,3 г. Наименьшая урожайность установлена в 2018 году (450.8 г/м^2) из-за засушливых условий апреля, мая и июня. Средняя масса 1000 зерен (35,5 г) и высота растения (78,7 см) были достоверно ниже, чем в 2020 году. В наиболее жаркий 2019 год период всходыколошение был самым коротким -42.8 дн. (в 2018 и 2020 — 47,1 и 48,0 дн. соответственно), наименьшая высота растения (77,8 см), но осадки июля привели к более продолжительному созреванию, наибольшей за годы исследования массе 1000 зерен (39,5 г), в итоге урожайность составила 542.0 г/м^2 . Средняя продолжительность вегетации различалась на два дня (83.0 дн. в 2018 и 2020, 84.9 дн. в 2019 году).

Наиболее варьировала по годам масса зерна с главного колоса, коэффициент вариации (CV) в среднем по сортам составил 28,2 %, урожайности — 23,5 %. Из межфазных периодов условия года наиболее повлияли на колошение-созревание (12,9 %), всходы-колошение менее варьировал (7,2), вегетационный период был более стабилен (4,1 %).

С 1991 по 2020 год наблюдался достоверный (p = 0,001) рост сумм температур выше 10° С на 19,3°С в год, сумма осадков слабо (недостоверно, p = 0,164) увеличивалась на 2,7 мм в год. За период с температурами выше 15° С также увеличивались и сумма температур на $26,2^{\circ}$ С (p = 0,000) и осадки на 3,4 мм в год (p = 0,053). Потепление, не сопровождающееся снижением осадков, дает возможность возделывать более поздние и урожайные сорта. [15, 16]

С помощью **анализа методом главных компонент (РСА)** исследовали структуру 13 агробиологических показателей и 147 образцов. По критерию «каменистой осыпи» для анализа взяли три первых фактора,

Высокоурожайные образцы яровой мягкой пшеницы

Таблица 2.

II DIAD				Урожайность, г/м²	
Номер каталога ВИР	Название	Происхождение	$x_{cp}\pm S_{x}$	max	min
66387	ОмГАУ 100	РФ, Омская обл.	648,7±169,36	774	456
66347	Тулайковская 116	РФ, Самарская обл.	651,7±194,88	835	447
66349	Буляк	РФ, Татарстан	653,0±105,06	774	585
66374	KWS Jetstream	Германия	656,7±124,13	770	524
67071	Ashby	Великобритания	664,3±227,36	884	430
66270	Кинельская Юбилейная	РФ, Самарская обл.	664,0±102,90	750	550
67464	Торнадо 22	Казахстан	665,0±204,03	838	440
66269	Сибирская 21	РФ, Новосибирская обл.	674,7±158,86	827	510
66352	Атлант	РФ, Пензенская обл.	676,7±113,46	807	600
66779	Айна	Казахстан	677,0±127,81	821	577
67102	Astrid	Чехия	677,3±110,14	780	561
66376	Cornetto	Франция	678,0±112,25	797	574
66406	Apxam	РФ, Пензенская обл.	687,7±158,88	836	520
66426	Канюк	Франция	688,7±134,84	795	537
66390	Бурлак	РФ, Ульяновская обл.	688,7±98,55	789	592
67100	Dafne	Чехия	692,3±123,87	793	554
66395	Старт	РФ, Курганская обл.	693,7±110,39	779	569
67073	Granary	Великобритания	695,7±79,00	785	635
66375	KWS Sunset	Германия	698,0±144,04	804	534
66396	Нерда	РФ, Московская обл.	705,7±97,80	793	600
67070	Belvoir	Великобритания	707,0±230,84	965	520
66393	Calispero	Франция	707,0±82,02	800	645
67072	Byron	Великобритания	707,7±321,09	1074	475
67082	Marin	Германия	720,0±158,1	896	590
66400	Китри	Чехия	720,7±50,93	779	685
67088	KWS Buran	Германия	740,0±202,24	970	590
66389	Экада 214	РФ, Ульяновская обл.	741,0±103,81	853	648
66273	KWS Torridon	Великобритания	794,0±244,19	1060	580
54213	Кутулукская (st)	РФ, Самарская обл.	555,0±69,02	625	487
HCP _{os}			223,6		

объясняющие 62,3 % общей дисперсии (табл. 3). Первый фактор (31,5 %) связан с урожайностью и положительно коррелированными с нею характеристиками: масса зерна с главного колоса, число колосков и зерен в колосе и продолжительность вегетационного периода. Второй по значимости фактор, дифференцирующий исследуемую выборку (20,6 %) — высота растения и отрицательно связанное с нею полегание. Третий фактор (10,2 %) — масса 1000 зерен.

В пространстве факторов 1-2 выделяется (рис. 3, 2-я стр. обл.) группа сортов из Великобритании с урожайностью выше средней, высокой устойчивостью к полеганию и низкой высотой растения. Те же признаки при средней урожайности у сортов из Чехии, Швеции, Германии, Швейцарии, Польши. Высокой урожайностью, высокорослостью и низкой устойчивостью к полеганию выделяется группа сортов из Казахстана.

Таким образом, анализ полиморфизма выборки показал, что главный дифференцирующий признак — урожайность, тесно положительно связанная с массой зерна с главного колоса, числом колосков и зерен в колосе и продолжительностью вегетационного периода. Второй по значимости фактор — высота растения и отрицательно связанное с нею полегание, третий — масса 1000 зерен.

Установлено, что для селекции на урожайность представляют интерес образцы европейской селекции, в частности, из Великобритании, показавшие высокую урожайность и устойчивость к полеганию-

Лучшие образцы яровой мягкой пшеницы, выявленные в результате полевого изучения в условиях Тамбовской области, по скороспелости, устойчивости к мучнистой росе, высокой озерненности, крупнозерности, продуктивности главного колоса и урожайности, рекомендуем использовать в качестве источников в селекционных программах по пшенице в ЦЧЗ РФ.

Таблица 3. Факторные нагрузки трех первых компонент РСА

Показатель		Фактор	
ПОКАЗАТЕЛЬ	1	2	3
Всходы-колошение	-0,62	-0,35	0,08
Колошение — восковая спелость	-0,52	-0,08	0,23
Всходы — восковая спелость	-0,76	-0,34	0,17
Устойчивость к			
мучнистой росе	-0,27	0,66	0,06
бурой ржавчине	-0,24	0,08	0,21
полеганию	-0,40	0,79	-0,06
Высота растения	-0,09	-0,85	0,08
Длина колоса	-0,35	-0,56	-0,53
Число			
колосков в колосе	-0,76	-0,27	-0,45
зерен в колосе	-0,71	0,43	-0,39
Масса зерна с главного колоса	-0,83	0,14	0,06
Урожайность	-0,74	0,17	0,22
Масса 1000 зерен	-0,34	-0,18	0,70
Expl.Var	4,10	2,68	1,33
Prp.Totl	0,32	0,21	0,10

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- 1. Агроклиматические ресурсы Тамбовской области. Л.: Гидрометеоиздат, 1974. – 102 с.
- Беляев, Н.Н. Продуктивность и качество сортов озимой пшеницы различной селекции в условиях Тамбовской области / Н.Н. Беляев, Е.А. Дубинкина // Зерновое хозяйство России. – 2011. – № 2. – С. 5-9.
- 3. Беляев, Н.Н. Оценка сортов яровой мягкой пшеницы в экологическом испытании на Северо-Востоке Центрально-Черноземного региона / Н.Н. Беляев, Е.А. Дубинкина, В.В. Корякин // Вестник ТГУ. 2017. Т. 22. Вып. 2. С. 411—413. DOI: 10.20310/1810-0198-2017-22-2-411-414.
- Жученко, А.А. Обеспечение продовольственной безопасности России в XXI веке на основе адаптивной стратегии устойчивого развития АПК (теория и практика) / А.А. Жученко. Киров: НИИСХ Северно-Востока, 2009. 274 с.
- Зуев, Е.В. Исходный материал для селекции яровой мягкой пшеницы в условиях Центрально-Черноземной зоны России / Е.В. Зуев, А.Н. Брыкова, М.Н. Никифоров // Известия ОГАУ, 2013. — № 1 (39). — С. 217—219.
- 6. Зуев, Е.В. Яровая мягкая пшеница. Источники селекционно-ценных признаков в условиях Тамбовской области / Е.В. Зуев, А.Н. Брыкова, Е.Ю. Кудрявцева // Каталог ВИР, Вып. 840. С.-Пб.: ВИР, 2017. 37 с.
- Малокостова, Е.И. Характеристика генотипов яровой мягкой пшеницы по комплексу хозяйственноценных признаков / Е.И. Малокостова // Международный научно-исследовательский журнал. — 2017. — № 12 (66). — С. 123—126. DOI: 10.23670/IRJ.2017.66.106.
- Малокостова, Е.И. Селекция яровой пшеницы в Каменной степи / Е.И. Малокостова // Проблемы и перспективы развития сельского хозяйства юга России. Мат. Всерос. науч.-практ. конф. (с международным участием), 2018. – С. 258–261.
- Малокостова, Е.И. Хозяйственно-биологическая характеристика перспективных линий яровой мягкой пшеницы в условиях юго-востока ЦЧЗ / Е.И. Малокостова, И.Ю. Пивоварова, А.В. Попова // Вестник Мичуринского Государственного Аграрного Университета. 2018. № 4. С. 98—101.
- 10. Маркин, В.Д. Селекция озимой и яровой пшеницы в МичГАУ / В.Д. Маркин, Р.С. Яковлева // Инновационные технологии в растениеводстве: Мат. науч.практ. конф. 27 марта 2009 г. Мичуринск: Изд-во МичГАУ, 2009.
- 11. Мережко, А.Ф. Пополнение, сохранение в живом виде и изучение мировой коллекции пшеницы, эгилопса и тритикале: методические указания / А.Ф. Мережко, Р.А. Удачин, Е.В. Зуев и др. С.-Пб: ВИР, 1999. 81 с.
- 12. Официальный сайт Госсорткомиссии России. http://gossortrf.ru (дата обращения 15 апреля 2021 г.).
- 13. Официальный сайт федеральной службы государственной статистики по Тамбовской области. https://tmb.gks.ru/folder/33091 (дата обращения 30 марта 2021 г.).
- 14. Широкий унифицированный классификатор СЭВ рода Triticum L. –Ленинград: ВИР, 1989. 42 с.
- Loskutov, I.G. Long-Term Analysis of the Variability of Agronomic Characters in the VIR Oat Germplasm Collection in Central Black Soil Region of Russia / I.G. Loskutov, L.Yu. Novikova, G.V. Belskaya, E.V. Blinova // Agronomy. – 2021. – 11 (3). – 423. DOI:10.3390/agronomy11030423.

 Zabel, F. Large potential for crop production adaptation depends on available future varieties / F. Zabel, C. Müller, J. Elliott et al. // Glob. Change Biol. – 2021. – early online. DOI:10.1111/gcb.15649

LIST OF SOURCES

- Agroklimaticheskiye resursy Tambovskoy oblasti. L.: Gidrometeoizdat. 1974. – 102 s.
- Belyayev, N.N. Produktivnost i kachestvo sortov ozimoy pshenitsy razlichnoy selektsii v usloviyakh Tambovskoy oblasti/ N.N. Belyayev, E.A. Dubinkina // Zernovoye khozyaystvo Rossii. – 2011. – № 2. – S. 5–9.
- Belyayev, N.N. Otsenka sortov yarovoy myagkoy pshenitsy v ekologicheskom ispytanii na Severo-Vostoke Tsentralno-Chernozemnogo regiona / N.N. Belyayev, E.A. Dubinkina, V.V. Koryakin // Vestnik TGU. – 2017. – T. 22. – Vyp. 2. – C. 411–413. DOI: 10.20310/1810-0198-2017-22-2-411-414.
- Zhuchenko, A.A. Obespecheniye prodovolstvennoy bezopasnosti Rossii v XXI veke na osnove adaptivnoy strategii ustoychivogo razvitiya APK (teoriya i praktika) / A.A. Zhuchenko. – Kirov: NIISKh Severno-Vostoka. – 2009. – 274 s.
- Zuev, E.V. Iskhodnyy material dlya selektsii yarovoy myagkoy pshenitsy v usloviyakh Tsentralno-Chernozemnoy zony Rossii / E.V. Zuyev, A.N. Brykova, M.N. Nikiforov // Izvestiya OGAU. – 2013. – № 1 (39). – S. 217–219.
- Zuev, E.V. Yarovaya myagkaya pshenitsa. Istochniki selektsionno-tsennykh priznakov v usloviyakh Tambovskoy oblasti / E.V. Zuyev, A.N. Brykova, E.Yu. Kudryavtseva // Katalog VIR. Vyp. 840. S.-Pb: VIR. 2017. 37 s.
- 7. Malokostova, E.I. Kharakteristika genotipov yarovoy myagkoy pshenitsy po kompleksu khozyaystvennotsennykh priznakov / E.I. Malokostova // Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatelskiy zhurnal. 2017. № 12 (66). S. 123–126. DOI: 10.23670/IRJ.2017.66.106.

- Malokostova, E.I. Selektsiya yarovoy pshenitsy v Kamennoy stepi / E.I. Malokostova // Problemy i perspektivy razvitiya selskogo khozyaystva yuga Rossii. Mat. Vseros. nauch-prakt. konf. (s mezhdunarodnym uchastiyem). 2018. S. 258–261.
- Malokostova, E.I. Khozyaystvenno-biologicheskaya kharakteristika perspektivnykh liniy yarovoy myagkoy pshenitsy v usloviyakh yugo-vostoka TsChZ / E.I. Malokostova, I.Yu. Pivovarova, A.V. Popova // Vestnik Michurinskogo Gosudarstvennogo Agrarnogo Universiteta. 2018. № 4. S. 98–101.
- Markin, V.D. Selektsiya ozimoy i yarovoy pshenitsy v MichGAU / V.D. Markin. R.S. Yakovleva // Innovatsionnyye tekhnologii v rasteniyevodstve: Materialy nauchno-prakt. konferentsii 27 marta 2009 g. – Michurinsk: Izdvo MichGAU. 2009.
- Merezhko, A. F. Popolneniye. sokhraneniye v zhivom vide i izucheniye mirovoy kollektsii pshenitsy. egilopsa i tritikale: metodicheskiye ukazaniya / A.F. Merezhko, R.A. Udachin, E.V. Zuev i dr. – S.-Pb: VIR. 1999. – 81 s.
- 12. Ofitsialnyy sayt Gossortkomissii Rossii. http://gossortrf.ru (data obrashcheniya 15 aprelya 2021 g.).
- 13. Ofitsialnyy sayt federalnoy sluzhby gosudarstvennoy statistiki po Tambovskoy oblasti. https://tmb.gks.ru/folder/33091 (data obrashcheniya 30 marta 2021 g.).
- 14. Shirokiy unifitsirovannyy klassifikator SEV roda Triticum L. Leningrad: VIR. 1989. 42 s.
- Loskutov, I.G. Long-Term Analysis of the Variability of Agronomic Characters in the VIR Oat Germplasm Collection in Central Black Soil Region of Russia / I.G. Loskutov, L.Yu. Novikova, G.V. Belskaya, E.V. Blinova // Agronomy. — 2021. — 11 (3). — 423. DOI:10.3390/agronomy11030423.
- Zabel, F. Large potential for crop production adaptation depends on available future varieties / F. Zabel, C. M ller, J. Elliott et al // Glob. Change Biol. – 2021. – early online. DOI:10.1111/gcb.15649.

DOI: 10.30850/vrsn/2021/5/11-14

В.Т. Синеговская, академик РАН, профессор, заслуженный деятель науки РФ В.В. Очкурова, младший научный сотрудник

ФНЦ «Всероссийский научно-исследовательский институт сои» РФ, 675027, Амурская обл., г. Благовещенск, Игнатьевское шоссе, 19 E-mail: valsin09@gmail.com

УДК 633.853.52:631.526.32:631.53

ФОРМИРОВАНИЕ РЕПРОДУКТИВНЫХ ОРГАНОВ У СКОРОСПЕЛОГО СОРТА СОИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СПОСОБА ПОСЕВА

В статье представлены результаты изучения влияния способов посева на формирование репродуктивных органов у нового скороспелого сорта сои Сентябринка, который характеризуется индетерминантным типом роста, устойчив к грибным и бактериальным болезням, полеганию, формирует 2-3 ветви на растении. Исследования выполняли на луговой черноземовидной почве в южной сельскохозяйственной зоне Амурской области с целью установления действия способа посева на процессы формирования репродуктивных органов и урожайность семян. Сорт выращивали с применением широкорядного способа посева на 45 см и рядового — 15 см, повторность четырехкратная. В среднем за два года исследований преимущество показал широкорядный способ возделывания, при котором сохранность растений к уборке была выше на 7 %, так как при рядовом способе растения вытягивались и полегали, а стебель становился тоньше. Наибольшая биологическая урожайность семян — 3,44 m/га получена при широкорядном способе. Использование рядового способа снизило урожайность семян до 2,5 m/га. Высокая урожайность семян в посевах с шириной междурядий 45 см обеспечивалась наибольшим количеством образовавшихся цветков (182 шт.), завязей бобов (119), бобов (51 шт.), и низким уровнем опадения бобов — 19,9 %, против 22,5 % при рядовом способе выращивания. В результате исследований определены коэффициенты вариации (CV) в зависимости от способа посева, которые показали, что в посевах с междурядьями 45 см степень варьирования была меньше в 1,4—2,1 раза по сравнению с рядовым способом.

Ключевые слова: соя, репродуктивные органы, сорт, способ посева, биологическая урожайность.

V.T. Sinegovskaya, Academician of the RAS, Professor, Honoured Scientist of the Russia V.V. Ochkurova, Junior researcher

FRC «All-Russian Scientific Research Institute of Soybean» RF, 675000, Amurskaya obl., g. Blagoveshchensk, Ignatievskoye schosse, 19 E-mail: valsin09@gmail.com

A REPRODUCTIVE ORGANS FORMATION IN EARLY MATURING SOYBEAN VARIETY DEPENDING ON THE SOWING METHOD

The article presents the results of the study of the effect of sowing methods on the formation of reproductive organs in a new early maturing variety of soybean Septemberbrinka, which is characterized by indeterminant type of growth, resistant to fungal and bacterial diseases, lodging, forms 2-3 branches on the plant. The research was carried out on meadow chernozemic soil in the southern agricultural zone of the Amur region in order to establish the effect of the method of sowing on the processes of reproductive organs formation and seed yield. The variety was grown using the wide-row method of sowing at 45 cm and the row method at 15 cm, the repetition in the experiment was four times. On average for the two years of research the advantage showed the wide-row method of cultivation, in which the safety of plants for harvesting was higher by 7 %, as with the row method of cultivation plants stretched and lodged, and the stem became thinner. The highest biological seed yield of 3.44 t/ha was obtained with the wide-row method of cultivation. The 15 cm rowing method reduced the seed yield to 2.5 t/ha. The high yield of seeds in the crops with a row spacing of 45 cm was provided by the highest number of formed flowers (182 pcs), bean ovaries (119 pcs) and beans (51 pcs), and low bean fall — 19.9 %, compared with 22.5 % for the row method of cultivation. As a result of the research coefficients of variation (CV) depending on the way of sowing were determined, which showed that in sowing with 45 cm row-spacing the degree of variation depending on the reproductive organ formed was 1.4-2.1 times lower in comparison with the sowing by the row method.

Key words: soybean, reproductive organs, variety, method of sowing, biological yield.

Соя — одна из высокорентабельных и приоритетных культур на Дальнем Востоке, основное производство которой сосредоточенно в Амурской области, где растениеводство специализируется на выращивании высокобелкового соевого зерна. [10, 11] На фоне достаточно благоприятного температурного режима в течение вегетационного периода в регионе наблюдаются неравномерное распределение осадков и резкие похолодания весной и осенью, что оказывает отрицательное влияние на продуктивность растений. [14] Поэтому разработанные во ВНИИ сои инновационные технологии возделывания культуры предусматривают использование целого

комплекса мероприятий, включающих подбор высокопродуктивных сортов, устойчивых к стрессовым погодным условиям. [13]

Продуктивность растений определяется количеством бобов и массой семян, сформировавшихся к созреванию. По данным некоторых исследователей абортивность семян может достигать 40 % и более. [1, 8] У амурских сортов сои в среднем закладывается от 130 до 180 цветочных почек, из которых только половина переходит в цветки из-за недостатка питательных веществ и неблагоприятных внешних факторов. [7] Урожайность сои зависит и от правильно подобранного сорта. [3, 8, 15] На условия

выращивания оказывает влияние способ посева, определяющий площадь питания растений. [12]

Во многих хозяйствах Амурской области предпочтение отдают рядовому способу посева, хотя соя, как пропашная культура, хорошо растет и развивается и при широкорядном. Преимущество последнего в создании условий для увеличения числа ветвей на растениях и формировании большего количества репродуктивных органов. [5, 14] При рядовом посеве (15 см) растения вытягиваются в длину из-за недостатка освещения, что приводит к уменьшению количества бобов, ухудшению качества семян и снижению продуктивности. [4, 12] Исследования с современными сортами сои по изучению процессов формирования репродуктивных органов и их абортивности не проводились.

Цель работы — изучение влияния способа посева на процесс формирования репродуктивных органов у растений новых сортов сои при создании благоприятных условий выращивания.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Опыт проводили на скороспелом сорте сои Сен*тимбринка* с периодом вегетации 87...99 дн. и потенциальной урожайностью семян 2,64 т/га, содержанием белка до 43,8 %, жира — 19,2 %. Растения устойчивы к грибным и бактериальным болезням. Сорт характеризуется индетерминантным типом роста, устойчив к полеганию, формирует 2...3 ветви, полностью соответствует параметрам гидротермических ресурсов региона возделывания, что позволяет формировать высокий урожай за короткий безморозный период в условиях Амурской области. В 2019 и 2020 годах (25 и 28 мая соответственно) на сезонно-мерзлотной луговой черноземовидной почве опытного поля ВНИИ сои высевали семена на глубину 5 см, при температуре почвы – 10°C на делянках площадью 9,45 м² (ширина междурядий 45 см) и $3,15 \text{ м}^2$ (15 см) с четырехкратной повторностью. Для борьбы с сорняками в почву весной вносили гербицид Киборг (4 л/га) за 10 дн. до посева. Пропалывали растения и убирали снопы вручную. Регистрировали репродуктивные органы сои с фазы начала цветения (R1) до полной спелости (R8) по методике количественного учета Э.Ф. Лопатки-

ной [6], где каждое растение при полном появления второго тройчатого листа отмечали этикеткой. В полевом журнале фиксировали момент появления первых цветков. Закладку опытов и статистическую обработку данных проводили по методике Б.А. Доспехова, фенологические наблюдения за ростом и развитием растений — по Fehr et. al. [2, 16]. Репродуктивные органы учитывали 8...12 раз за период вегетации в зависимости от его продолжительности. Учет сохранности урожая и его структуры, биологической урожайности вели на постоянных площадках по методике ГСИ. Густоту стояния растений определяли по всходам и перед уборкой. [9] Аналитические расчеты вели в программах Microsoft Office и Statistica 6.0. Сведения по температуре представлены метеостанцией г. Благовещенска, осадки - метеопостом, расположенном вблизи опытного поля.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Самая высокая (97 %) сохранность растений к уборке была при широкорядном способе посева, что на 7 % выше по сравнению с рядовым, при котором растения вытягивались и полегали, а стебель становился тоньше. В результате образовалось меньше узлов и репродуктивных органов.

Растения в посевах при рядовом способе возделывания были одностебельными, высотой 85 см., широкорядном — 65 см, но имели по 2...3 хорошо сформированных ветви. Условия выращивания при ширине междурядий 45 см более благоприятные по освещенности и площади питания растений для создания всех репродуктивных органов. В этом случае образовалось наибольшее количество цветков, завязей бобов и бобов по сравнению с рядовым способом посева (рис. 1).

Коэффициенты вариации для всех репродуктивных органов были наибольшими при выращивании с междурядьями — 15 см. Самым высоким этот показатель отмечен при образовании цветков, наименьшим — бобов. В посевах с междурядьями 45 см степень варьирования в зависимости от формируемого репродуктивного органа была меньше в 1,4...2,1 раза. По мере роста и развития репродуктивных органов происходит их частичное опадение из-за неблагоприятных факторов среды, наибольшее — завязей бобов (59,7 %) при рядовом способе

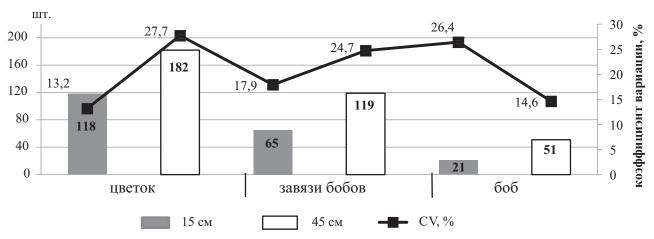


Рис. 1. Количество образовавшихся репродуктивных органов (шт./раст.) и коэффициенты вариаций (%) у сорта сои *Сентябринка* в зависимости от способа посева, среднее за 2019—2020 годы.

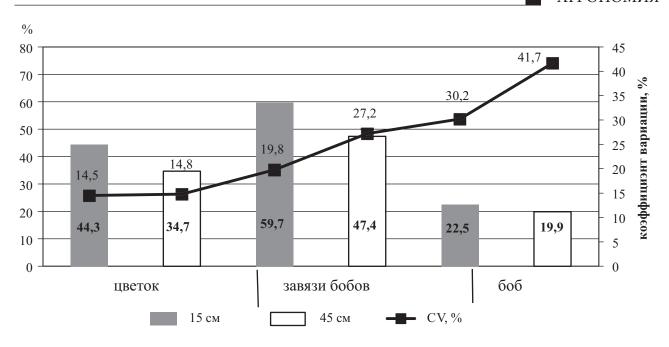


Рис. 2. Доля опавших репродуктивных органов и коэффициенты вариаций у сорта сои *Сентябринка* в зависимости от способа посева, % (среднее за 2019—2020 годы).

посева, наименьшее (19.9%) — бобов при широкорядном (рис. 2).

Отрицательное влияние на процесс образования завязей оказали обильные осадки в июле и первой декаде августа, что привело к сильному переувлажнению почвы, а местами кратковременному затоплению посевов сои, что вызвало угнетение растений и массовое опадение завязей. Наибольшая степень изменчивости (41,7 %) в опадении репродуктивных органов отмечена у бобов растений, выращиваемых широкорядным способом. У сои в одном соцветии — 30...35 бутонов и цветков, из них формируется только 5...7 завязей бобов, из которых в дальнейшем образуется только 3...5 полноценных бобов (см. таблицу).

Бобов на одном растении образовалось при широкорядном способе возделывания в 2,9 раза больше по сравнению с рядовым, семян — 1,9 раза. Все показатели структуры урожая у растений при широкорядном способе посева были выше, чем у растений с рядовым, что привело к существенному увеличению биологической урожайности.

Выводы. Сохранность растений скороспелого сорта *Сентябринка* в среднем за два года исследований при широкорядном способе посева была выше на 7%, число образовавшихся бобов на одно растение — в 2,9 раза, количество семян — 1,9 раза, биологическая урожайность семян (3,44 т/га) — на 0,94 т/га по сравнению с показателями при возделывании сорта рядовым способом.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- Громова, А.И. Абортивность семян у сои / А.И. Громова // Тр. Амурской с.-х. опытной станции. Хабаровск: кн. Изд-во, 1968. Т. 2. С. 66—70.
- 2. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований / Б.А. Доспехов.— М.: Альянс, 2014.— 352 с.
- 3. Енкен, В.Б. Соя: монография / В.Б. Енкен. М.: Изд-во Сельхозгиз, 1959. 593 с.
- 4. Картамышев, Н.И. Морфологические особенности сои под влиянием приемов возделывания // Н.И. Картамышев, Е.Н. Солодухин, А.Н. Игнатенко. Плодородие. 2007. № 3. С. 23.
- Кузин, В.Ф. Возделывание сои на Дальнем Востоке / В.Ф. Кузин. – Благовещенск, 1976. – 246 с.
- 6. Лопаткина, Э. Ф. Методика количественного учета репродуктивных органов сои /Э.Ф. Лопаткина// Науч.тех. бюл. ВНИИ сои: Частные вопросы генетики, биологии и физиологии сои. Новосибирск. 1977. Вып. 7—8. С. 34—42.
- Лопаткина, Э.Ф. Влияние внешней среды на репродуктивный процесс сои/ Э.Ф. Лопаткина // Генетика количественных признаков сои: Науч.-тех. бюл. / ВАСХНИЛ. Сиб. отд-ние. Новосибирск, 1976. Вып. 5. С. 31–32.
- 8. Лопаткина, Э.Ф. Зависимость абортивности семян сои от условий выращивания / Э.Ф. Лопаткина. Новосибирск. Изд-во: СО ВАСХНИЛ, 1983. С. 105–108.
- 9. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. — М., 1989. — 195 с.

Структура и биологическая урожайность семян сои сорта Сентябринка в зависимости от способа посева, среднее за 2019—2020 годы

Coverance nacromi	Высота, см		Ko.	личество	Abantunuasti	Macca 1000	Биологическая		
Сохранность растений перед уборкой, %	растений	прикрепления нижнего боба	бобов, шт./ раст.	семян на одном растении, шт.	Абортивность семян, %	семян, г	урожайность, т/га		
Рядовой посев									
90	69	20	23	61	13,2	151	2,50		
Широкорядный									
97	60	9	67	117	12,6	150	3,44		

- Министерство сельского хозяйства Амурской области / Агропромышленный комплекс/ Соя — основная сельскохозяйственная культура региона: официальный сайт. Благовещенск. — URL: https://agro.amurobl.ru
- 11. Синеговский, М.О. Методика экономической оценки технологий возделывания сортов сои в условиях Приамурья: Методическое пособие /М.О. Синеговский// ДВ РАНЦ, ФГБНУ ВНИИ сои. Благовещенск: ООО «Типография», 2014. 20 с.
- 12. Соя на Дальнем Востоке / А.П. Ващенко и др.; ред. А.К. Чайка; рец.: В.А. Тильба, В.Ф. Кузин, П.К. Тихончук; Российская академия сельскохозяйственных наук, Дальневосточный региональный научный центр, Государственное научное учреждение «Приморский научно-исследовательский институт сельского хозяйства». Владивосток: Дальнаука, 2010. 435 с.
- 13. 100 вопросов и ответов о возделывании сои (рекомендации для руководителей и специалистов сельскохозяйственных предприятий) / Под общей ред. М.О. Синеговского. ООО «Одеон», 2021. 79 с.
- 14. Технологии и комплекс машин для производства зерновых культур и сои в Амурской области: Коллективная научная монография / В.А. Тильба, В.Т. Синеговская, Н.Д. Фоменко и др. Всероссийский научно-исследовательский институт сои; Дальневосточный научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства. Благовещенск: ООО «Агромакс-Информ», 2011. 144 с.
- 15. Цехмейструк, Н.Г. Урожайность сортов сои в зависимости от климатических условий зоны выращивания / Н.Г. Цехмейструк, В.А. Шелякин, Р.Д. Магомедов // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. $2016. N \cdot 3. C.49 52.$
- 16. Fehr, W.R. Stages of development descriptions for soybeans, Glycine max. (L) Merr. / W.R. Fehr, C.E. Caviness, D.T. Burmood, J.S. Pennington // Crop Sci. 1971. № 11. P. 929–930.

LIST OF SOURCES

- Gromova, A.I. Abortivnost' semyan u soi / A.I. Gromova // Tr. Amurskoj s.-h. opytnoj stancii. – Habarovsk: kn. Izd-vo, 1968. – T. 2. – S. 66–70.
- Dospekhov, B.A. Metodika polevogo opyta s osnovami statisticheskoj obrabotki rezul'tatov issledovanij / B.A. Dospekhov. M.: Al'yans, 2014. 352 s.
- 3. Enken, V.B. Soya: monografiya / V.B. Enken. M.: Izd-vo Sel'hozgiz, 1959. 593 s.
- Kartamyshev, N.I. Morfologicheskie osobennosti soi pod vliyaniem priemov vozdelyvaniya // N.I. Kartamyshev, E.N. Soloduhin, A.N. Ignatenko. – Plodorodie. – 2007. – № 3. – S. 23.

- Kuzin, V.F. Vozdelyvanie soi na Dal'nem Vostoke / V.F. Kuzin. – Blagoveshchensk. – 1976. – 246 s.
- Lopatkina, E.F. Metodika kolichestvennogo ucheta reproduktivnyh or-ganov soi / E.F. Lopatkina // Nauch.-tekh. byul. VNII soi: Chastnye voprosy genetiki, biolo-gii i fiziologii soi. Novosibirsk, 1977. Vyp. 7–8. S. 34–42.
- Lopatkina, E.F. Vliyanie vneshnej sredy na reproduktivnyj process soi / E.F. Lopatkina // Genetika kolichestvennyh priznakov soi: Nauch.-tekh. byul. / VASKHNIL. Sib. otdnie. – Novosibirsk, 1976. – Vyp. 5. – S. 31–32.
- 8. Lopatkina, E.F. Zavisimost' abortivnosti semyan soi ot uslovij vyra-shchivaniya / E.F. Lopatkina. Novosibirsk. Izd-vo: SO VASKHNIL, 1983. S. 105—108.
- 9. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skohozyajstvennyh kul'tur. – M., 1989. – 195 s.
- Ministerstvo sel'skogo hozyajstva Amurskoj oblasti / Agropromysh-lennyj kompleks/ Soya – osnovnaya sel'skohozyajstvennaya kul'tura regiona: oficial'nyj sajt. Blagoveshchensk. – URL: https://agro.amurobl.ru
- Sinegovskij, M.O. Metodika ekonomicheskoj ocenki tekhnologij voz-delyvaniya sortov soi v usloviyah Priamur'ya: Metodicheskoe posobie / M.O. Sinegovskij// DV RANC, FGBNU VNII soi. – Blagoveshchensk: OOO «Tipografiya», 2014. – 20 s.
- 12. Soya na Dal'nem Vostoke / A.P. Vashchenko [i dr.]; red. A.K. Chajka; rec.: V.A. Til'ba, V.F. Kuzin, P.K. Tihonchuk; Rossijskaya akademiya sel'skohozyajstvennyh nauk, Dal'nevostochnyj regional'nyj nauchnyj centr, Gosudarstvennoe nauchnoe uchrezhdenie «Primorskij nauchno-issledovatel'skij institut sel'skogo hozyajstva». Vladivostok: Dal'-nauka, 2010. 435 s.
- 100 voprosov i otvetov o vozdelyvanii soi (rekomendacii dlya ruko-voditelej i specialistov sel'skohozyajstvennyh predpriyatij) / Pod ob-shchej red. M.O. Sinegovskogo. – OOO «Odeon», 2021. – 79 s.
- 14. Tekhnologii i kompleks mashin dlya proizvodstva zernovyh kul'tur i soi v Amurskoj oblasti :Kollektivnaya nauchnaya monografiya / V.A. Til'ba, V.T. Sinegovskaya, N.D. Fomenko i dr. Vserossijskij nauchno-issledovatel'skij institut soi; Dal'nevostochnyj nauchno-issledovatel'skij institut mekhanizacii i elektrifikacii sel'skogo ho-zyajstva. Blagoveshchensk: OOO «Agromaks-Inform», 2011. 144 s.
- Cekhmejstruk, N.G. Urozhajnost' sortov soi v zavisimosti ot klimati-cheskih uslovij zony vyrashchivaniya / N.G. Cekhmejstruk, V.A. Shelyakin, R.D. Magomedov // Vestnik Belorusskoj gosudarstvennoj sel'skohozyaj-stvennoj akademii. – 2016. – № 3. – S. 49–52.
- 16. Fehr, W.R. Stages of development descriptions for soybeans, Glycine max. (L) Merr. / W.R Fehr, C.E. Caviness, D.T. Burmood, J.S. Pennington // Crop Sci. 1971. № 11. P. 929–930.

DOI: 10.30850/vrsn/2021/5/15-17

П.А. Агеева, кандидат сельскохозяйственных наук М.В. Матюхина, кандидат сельскохозяйственных наук Н.А. Почутина, О.М. Громова

Всероссийский научно-исследовательский институт люпина— Филиал ФНЦ «ВИК имени В.Р. Вильямса» $P\Phi$, 241524, г. Брянск, п. Мичуринский, ул. Березовая, 2

E-mail: lupin_mail@mail.ru

УДК 633.367.2:631.526.32

РЕЗУЛЬТАТЫ ОЦЕНКИ СОРТОВ УЗКОЛИСТНОГО ЛЮПИНА ПО ХОЗЯЙСТВЕННО ЦЕННЫМ ПРИЗНАКАМ И АДАПТИВНОСТИ В УСЛОВИЯХ БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ

Люпин узколистный (Lupinus angustifolius L.) — ценная зернобобовая кормовая и сидеральная культура, адаптированная к широкому спектру почвенно-климатических условий и имеющая непродолжительную историю окультуривания. В зависимости от экотипа и почвенно-климатических условий содержание сырого протеина в зерне варьирует от 30 до 37 %, в сухом веществе зеленой массы — от 16 до 22 %. Этот вид люпина аккумулирует в биомассе до 300 кг/га симбиотического азота и усваивает из труднодоступных слоев почвы фосфор и калий. Он обладает хорошей технологичностью и приспособлен к современным широко распространенным системам машин. В государственном реестре селекционных достижений РФ для его возделывания рекомендованы следующие регионы: Северный, Северо-Западный, Центральный, Волго-Вятский, Средне-Волжский, Центрально-Черноземный, Уральский, Западно-Сибирский и Восточно-Сибирский. Работа выполнена во Всероссийском научно-исследовательском институте люпина (ВНИИ люпина), расположенном в юго-западной зоне Центрального региона России в 2017—2020 годах. Изучены десять сортов и сортообразцов узколистного люпина селекции ВНИИ люпина, которые отличаются скороспелостью и толерантностью к антракнозу. Среднесортовая урожайность зерна в опыте — 2,38 т/га. Наибольшей урожайностью и адаптивностью (103—113 %) характеризуются: Узколистный 53-02, УСН 53-236, Брянский кормовой и СБС 56-15. Самым благоприятным для реализации потенциала зерновой продуктивности изучаемых сортов (индекс условий года -0.56) оказался 2017 год. Проведя экологические сортоиспытания, установили благоприятные для реализации потенциала зерновой продуктивности (4,0-4,5 т/га) сортов люпина — почвенно-климатические условия Шатиловской СХОС (Орловская обл.). Урожайность зерна на уровне 3—4 т/га получена в Калининградской области, Республике Мордовия, Красноярском крае.

Ключевые слова: люпин узколистный, сорт, сортоиспытание, урожайность, адаптивность, Брянская область.

P.A. Ageeva, *PhD in Agricultural sciences*M.V. Matyukhina, *PhD in Agricultural sciences*N.A. Pochutina, O.M. Gromova

All-Russian Lupin Scientific Research Institute — branch of the Federal Williams Research Center of Forage Production & Agroecology RF, 241524, g. Bryansk, p. Michurinskij, ul. Berezovaya, 2

E-mail: lupin mail@mail.ru

THE RESULTS OF NARROW LEAVED LUPINE VARIETIES EVALUATING FOR ECONOMICALLY VALUABLE TRAITS AND ADAPTABILITY TO THE BRYANSK REGION CONDITIONS

The narrow-leafed lupin (Lupinus angustifolius L.) is a valuable legumes crop used as forage and green manure which is adapted to wide spectrum of soil-and climatic conditions; the crop has short domestication history. The protein content in its seeds and in dry matter of green mass varies from 30.0 to 37.0 % and from 16.0 to 22.0 % respectively and depends on ecotype and soil-and-climatic conditions. This lupin specie can accumulate to 300 kg/ha symbiotic nitrogen in biomass and assimilates phosphorus and potassium of heavy available soil layers. It is very technological suitable for common used machinery systems. The State List of breeding achievements of Russia recommends the following regions for lupin cultivation: the North, the North-West, the Central, the Volga-Vyatka, the Middle-Volga, the Central Chernozem, the Ural, the West Siberia and the East Siberia. The tests were carried out in 2017–2020 in the All-Russian Lupin Scientific Research Institute which is located in the South-West of the Central region. Ten varieties and breeding lines bred in the Institute are tested. The samples differ by early ripeness and anthracnose tolerance. The average experimental variety grain yield was 2.38 t/ha. The vars. Uzkolistny 53-02, USN 53-236, Bryanskiy kormovoy and SBS 56-15 have the highest yield and adaptivity (103–113 %). The index of year conditions was revealed; 2017 with the index 0.56 was the most favorable for implementation of grain productivity of the tested narrow-leafed lupin varieties. In the ecological varieties testing the soil-and-climatic conditions of Shatilovskaya experimental station (Orel region) were the most favorable for implementation of variety grain productivity (4.0-4.5 t/ha). Grain yield was 3.0-4.0 t/ha in ecological locations which differ in soil-and-climatic conditions: there are Kaliningrad region, Mordovia Republic, Krasnoyarsk region etc.

Важный резерв в увеличении производства кормов — возделывание высокопродуктивных бобовых культур, к числу которых, наряду с горохом и соей, относят люпин узколистный (*Lupinus angustifolius* L). В Государственном реестре селекционных достиже-

ний РФ, допущенных к использованию в производстве, находятся сорта узколистного люпина, созданные в разных научно-исследовательских учреждениях страны. Его селекцией в России успешно занимаются в Московском НИИСХ (Немчиновка),

Ленинградском НИИСХ (Белозерка), Московской сельскохозяйственной академии имени К.А. Тимирязева и ВНИИ люпина (Брянск).

Люпин узколистный исторически древнее растение, но успехи селекции по созданию культурных сортов этого вида появились в конце прошлого столетия. Узколистный кормовой люпин – очень молодая, но ценная белковая культура. В зависимости от экотипа и почвенно-климатических условий содержание сырого протеина в зерне варьирует от 30 до 37 %, в сухом веществе зеленой массы – от 16 до 22 %. Этот вид способен аккумулировать в биомассе до 300 кг/га симбиотического азота, усваивать фосфор и калий из труднодоступных слоев почвы. Он обладает хорошей технологичностью и приспособлен к современным, широко распространенным системам машин. Наиболее благоприятные условия для получения высокого урожая семян обеспечиваются при среднесуточной температуре 16...17°C и 200...250 мм осадков от всходов до созревания. Граница ареала его возделывания на семена, в зависимости от морфотипа, проходит по 58...60 параллели с.ш.; южная — ограничивается лесостепной зоной. [3, 5] В холодных континентальных условиях люпин удовлетворяет потребности современного интенсивного животноводства в концентрированном комплементарном белке и может быть хорошим предшественником для зерновых и других культур. [1] Этому способствуют его высокие адаптивные свойства к различным почвенно-климатическим условиям, скороспелость и толерантность к опасному грибковому заболеванию - антракнозу (возбудитель – несовершенный гриб рода Colletotrichum).

Кормовой узколистный люпин — это малоалкалоидная культура, применяемая без ограничений в рационах животных и птицы. [2] Он способен заменить дорогостоящие белковые добавки для удешевления животноводческой продукции.

Цель исследований — выявление перспективных по урожайности, адаптивному потенциалу, продолжительности вегетационного периода и биохимическим показателям, созданных во ВНИИ люпина сортов и сортообразцов узколистного люпина.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объекты исследований — сорта собственной селекции, включенные в Госреестр РФ и новые сортообразцы, которые изучали в конкурсном сортоиспытании 2017—2020 годов. Закладка опытов, визуальные наблюдения и учеты, биохимические анализы проводили по общепринятым в селекционной работе методикам. [4] В научно-исследовательской работе использовали технологию возделывания узколистного люпина, разработанную в нашем институте. [3]

ВНИИ люпина находится в юго-западной зоне Центрального региона. Почвы дерново-подзолистые, суглинистые, окультуренные, имеют средний уровень плодородия, содержание гумуса — 2,0...2,4 % (по Тюрину), рН — 5,0...5,7. Погодные условия в годы проведения опыта были разными. В летний период 2017 и 2019 годов наблюдали жесткую засуху в критические фазы роста и развития люпина, которая отрицательно влияла на формирование урожая. 2020 год характеризовался малым накоплением весенне-зимней влаги, пониженным температурным режимом в мае и ливневыми дождями, которые сильно уплотнили почву. Условия для азотфиксации были неблагоприятными.

РЕЗУЛЬТАТЫ

При анализе адаптивного потенциала использовали методику Мироновского научно-исследовательского института пшеницы (1994). В ее основу положено доминирование сортовых реакций адаптации растений над специфическими особенностями их морфогенеза. Изучаемые образцы на складывающиеся факторы внешней среды реагируют одновременно как одновидовая система. Критерий нормы — показатель изучения по всем годам и сортам (среднесортовой) урожайности. Его принимают за 100 %, а урожайность отдельных сортов выражается отношением к нему в процентах. Если отношение двух рассчитанных показателей превышает 100 %, такой сорт — высокопродуктивный. Изучены десять сортов и сортообразцов (табл. 1).

Таблица 1. Урожайность зерна и коэффициент адаптивности сортов узколистного люпина (2017—2020 годы)

Com-		Урс	жайность зерна,	т/га		Vondamment anantunueru 04	
Сорт, сортообразец	2017	2019	2020	сумма	среднее	Коэффициент адаптивности, %	
Витязь, стандарт	2,56	2,15	1,74	6,45	2,15	90	
Брянский кормовой	2,90	2,47	2,18	7,55	2,51	105	
Белорозовый 144	3,03	2,17	1,94	7,14	2,38	100	
Узколистный 53-02	3,43	2,48	2,16	8,07	2,69	113	
CH 78-07	2,49	2,15	1,59	6,23	2,08	87	
УСН 53-236	3,00	2,73	2,15	7,88	2,63	111	
Белозерный 110	2,79	2,01	1,51	6,31	2,10	88	
Смена	2,95	2,31	1,95	7,27	2,40	100	
ВНИИЛ 13-13	3,17	2,19	1,70	7,06	2,35	96	
CБC 56-15	3,05	2,38	1,96	7,39	2,46	103	
Сумма урожаев	29,37	23,04	18,88	71,29			
В среднем по сортам	2,94	2,30	1,89		2,38		
Индекс условий года	0,56	0,08	-0,49				

Таблица 2. Характеристика сортов люпина по продолжительности вегетационного периода и биохимическим показателям (2017—2020 годы)

	Вег	етационный период	, дн.	Алкалоидность	Сырой протеин	Лизин
Сорт, сортообразец	min	max	среднее		%	
Витязь, стандарт	75	92	84	0,057	34,0	3,38
Брянский кормовой	77	92	86	0,071	32,0	3,50
Белорозовый 144	88	103	94	0,053	33,6	3,48
Узколистный 53-02	82	98	90	0,040	34,2	3,47
CH 78-07	88	100	93	0,068	33,8	3,30
УСН 53-236	82	98	90	0,053	33,8	3,46
Белозерный 110	78	92	85	0,053	33,4	3,25
Смена	82	96	89	0,044	33,2	3,39
ВНИИЛ 13-13	78	96	87	0,060	32,7	3,02
СБС 56-15	78	102	89	0,046	33,4	3,75

Среднесортовая урожайность зерна в опыте – 2,38 т/га. В достаточно неблагоприятных для реализации потенциала продуктивности вегетационных периодов 2017, 2018 и особенно 2020 года у люпина узколистного наибольшую урожайность и адаптивность по сравнению со стандартом имеют сорта: Узколистный 53-02, УСН 53-236, Брянский кормовой и *СБС* 56-15. Индекс условий года (0,56), который показывает агроклиматическое влияние на реализацию потенциала продуктивности всего набора сортов в конкретном году, характеризует 2017 год как более благоприятный по сравнению с последующими: в 2019 - 0.08; 2020 - -0.49. Условия последнего оказались крайне негативными для работы клубеньковых бактерий из-за неблагоприятного водно-воздушного режима. Продуктивность всех сортов по сравнению с предыдущими годами была снижена на 28 %.

При проведении экологического сортоиспытания установили, что наиболее благоприятные для реализации потенциала зерновой продуктивности (4,0...4,5 т/га) сортов люпина, созданных во ВНИИ люпина — почвенно-климатические условия Шатиловской сельскохозяйственной опытной станции (Орловская обл.). Урожайность зерна на уровне 3,0...4,0 т/га получена в Калининградской области, Республике Мордовия, Красноярском крае.

На продолжительность вегетационного периода влияют природные факторы. По сортам узколистного люпина в годы исследований разница между его минимальной и максимальной величинами достигает 12...18 дн. В жаркие сухие годы вегетационный период резко сокращается, фаза созревания проходит ускоренными темпами. Во влажные прохладные годы этот процесс замедляется. Наиболее характерен для них средний показатель (табл. 2). В опыте он варьирует от 87 дн. (Вимязь) до 93 дн. (Белорозовый 144). Сорта узколистного люпина созревают практически одновременно с яровыми зерновыми культурами.

Биохимические анализы по определению качества зерна проводили в лицензированной лаборатории ВНИИ люпина. На основании многочисленных опытов по применению узколистного люпина в кормлении различных видов и групп животных разработан стандарт по содержанию алкалоидов в зерне. Для первого класса алкалоидность зернофуражного зерна при количественном определении аналитическим методом не должна превышать 0,1 %, вто-

рого -0.2, третьего -0.3 %. По кормовым сортам нашей селекции этот показатель варьирует от 0.04 до 0.07 %, то есть в 1.5...2 раза ниже допустимой нормы для зерна первого класса. Алкалоидность постоянно контролируется в системе первичного семеноводства. В зерне люпина содержится много белка и ценной аминокислоты - лизина.

В настоящее время кормовой узколистный люпин — это малоалкалоидная культура, применяемая без ограничений в рационах животных и птицы. [2] Он способен заменить дорогостоящие белковые добавки для удешевления животноводческой продукции.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- 1. Агеева, П.А. Результаты испытания сортов узколистного люпина / П.А. Агеева, Н.А. Почутина // Зернобобовые и крупяные культуры. 2018. № 3 (27). С. 77—81.
- 2. Артюхов, А.И. Рекомендации по практическому применению кормов из узколистного люпина в рационах сельскохозяйственных животных / А.И. Артюхов, Е.А. Ефименко, Ф.Г. Кадыров, П.А. Агеева. Брянск: «Читай-город», 2008. 65 с.
- Косолапов, В.М. Люпин селекция, возделывание, использование / В.М. Косолапов, Г.Л. Яговенко, М.И. Лукашевич и др. — Брянск: Брянское областное полиграфическое объединение, 2020. — 304 с.
- 4. Методика Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М., 1985. 269 с.
- 5. Такунов, И.П. Люпин в земледелии России / И.П. Такунов. Брянск: «Придесенье», 1996. 372 с.

LIST OF SOURCES

- Ageeva, P.A. Rezul'taty ispytaniya sortov uzkolistnogo lyupina / P.A. Ageeva, N.A. Pochutina // Zernobobovye i krupyanye kul'tury. 2018. № 3 (27). S. 77–81.
- Artyuhov, A.I. Rekomendacii po prakticheskomu primeneniyu kormov iz uzkolistnogo lyupina v racionah sel'skohozyajstvennyh zhivotnyh / A.I. Artyuhov, E.A. Efimenko, F.G. Kadyrov, P.A. Ageeva. – Bryansk: «Chitaj-gorod», 2008. – 65 s.
- Kosolapov, V.M. Lyupin selekciya, vozdelyvanie, ispol'zovanie / V.M. Kosolapov, G.L. Yagovenko, M.I. Lukashevich i dr. Bryansk: Bryanskoe oblastnoe poligraficheskoe ob'edinenie, 2020. 304 s.
- Metodika Gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skohozyajstvennyh kul'tur. – M., 1985. – 269 s.
- 5. Takunov, I.P. Lyupin v zemledelii Rossii / I.P. Takunov. Bryansk: «Pridesen'e», 1996. 372 s.

Н.И. Ненько, доктор сельскохозяйственных наук Г.К. Киселева, кандидат биологических наук И.А. Ильина, доктор технических наук Н.М. Запорожец, кандидат сельскохозяйственных наук

П.М. Запорожец, каноиоит сельскогозяиственных науг В В Соходова, наидидат сельскогозайственных наук

В.В. Соколова, кандидат сельскохозяйственных наук

Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия РФ, 350901, Краснодарский край, г. Краснодар, ул. им. 40-летия Победы, 39 E-mail: nenko.nataliya@yandex.ru

УДК 634.8:681

DOI: 10.30850/vrsn/2021/5/18-21

УСТОЙЧИВОСТЬ СОРТОВ ВИНОГРАДА К НИЗКИМ ТЕМПЕРАТУРАМ ЗИМНЕГО ПЕРИОДА*

В Анапо-Таманской зоне Краснодарского края, где сосредоточены основные площади виноградных насаждений, вопросы устойчивости винограда к низким температурам зимнего периода приобретают особую актуальность, так как резкие перепады температуры воздуха в осенне-зимний период способствуют снижению зимостойкости виноградной лозы. Представлены результаты оценки физиолого-биохимических изменений (основополагающая приспособительная реакция растений), связанных с морозостойкостью сортов винограда различного эколого-географического происхождения: Достойный, Красностоп, Кристалл, Восторг, Алиготе, Зариф. У сортов Красностоп, Кристалл, Восторг выявлено максимальное снижение оводненности почек (на 11,7-15,3 %) и повышенное накопление водорастворимых сахаров (в 2,67—3,29 раз) по сравнению с другими, что говорит об их большей устойчивости к низким температурам. У Восторга увеличено содержание пролина (в 40,5 раз), свидетельствующее об активном его участии в формировании защитного ответа на низкие температуры. У всех изучаемых сортов винограда установлена более тесная связь между оводненностью почек и содержанием растворимых сахаров в коре, чем с содержанием пролина. Сорта Красностоп, Кристалл, Восторг по оводненности тканей виноградной лозы, содержанию растворимых сахаров и пролина выделены как наиболее устойчивые к низким температурам в условиях Анапо-Таманской зоны Краснодарского края, что позволяет сделать вывод о возможности их использования в селекционном процессе в качестве источников морозостойкости.

Ключевые слова: виноград, сорта, Анапо-Таманская зона, морозостойкость, оводненность, водорастворимые сахара, пролин.

N.I. Nen'ko, Grand PhD in Agricultural sciences G.K. Kiseleva, PhD in Biological sciences I.A. Il'ina, Grand PhD in Engineering sciences N.M. Zaporozhets, PhD in Agricultural sciences V.V. Sokolova, PhD in Agricultural sciences

North Caucasian Federal scientific center for horticulture, viticulture, winemaking RF, 350901, Krasnodarskij kraj, g. Krasnodar, ul. im. 40-letiya Pobedy, 39 E-mail: nenko.nataliya@yandex.ru

A GRAPE VARIETIES RESISTANCE TO LOW WINTER TEMPERATURES

In the conditions of frequently repeated in recent years, temperature fluctuations in the Anao-Taman zone of the Krasnodar region, where the main areas of grape plantings are concentrated, the resistance issues of grapes to low temperatures of the winter period are particularly relevant, since sharp differences in the air temperature in the autumn-winter period contribute to the decrease in winter resistance Grape vines. The article presents the results of the assessment of physiological biochemical changes, which are a fundamental adaptive reaction of plants associated with the frost resistance of grapes of various ecological and geographical origin: Dostoyny, Krasnostop, Kristall, Vostorg, Aligote, Zarif. As a result of research in grape varieties, Krasnostop, Crystal, Vostorg was revealed to maximize kidney hydrogen decreased (by 11.7–15.3%) and increased accumulation of water-soluble sugars (at 2.67–3.29 times) in comparison with other studied varieties, What speaks of their larger resistance to low temperatures. The variety of the Vostorg was discovered an increase in the content of proline by 40.5 times, indicating its active participation in the formation of a protective response to low temperatures. In all studied grape varieties have a closer connection between the kidney hydrogen and the content of soluble sugars in the core than with the content of the proline. Of all varieties, the waters of the grape vines, the content of soluble sugars and proline, the varieties of the Krasnostop, Crystal, Vostorg are allocated as the most resistant to low temperatures in the conditions of the Anao Taman zone of the Krasnodar Territory, which makes it possible to conclude the possibility of their use in the selection process in quality sources of frost resistance.

Key words: Grapes, varieties, Anao-Taman zone, frost resistance, hedance, water-soluble sugars, proline.

Почвенно-климатические условия Анапо-Таманской зоны Краснодарского края — благоприятные для возделывания винограда столовых и технических сортов с высокими потребительскими качествами

как для промышленной переработки, так и для потребления в свежем виде. Однако в последние годы увеличилась повторяемость стрессовых отрицательных температур воздуха в зимний период, негативно

^{*} Исследование выполнено при финансовой поддержке Кубанского научного фонда в рамках научного проекта № МФИ-20.1/19 / The work was carried out within financial support of the Kuban Science Foundation within the scientific framework № МФИ-20.1/19.

влияющих на получение высоких стабильных урожаев. Отмечено понижение минимальной температуры воздуха до 2000 года на 1,8°С, а к настоящему времени этот показатель повысился на 1,8°С. [6] Колебания метеорологических факторов в осеннезимний период могут приводить к деакклиматизации и потере зимостойкости виноградной лозы. [8] Поэтому изучение ответных реакций растений винограда на климатическую неустойчивость, определяющих степень адаптации сортов, актуально.

Воснове защитных реакций, позволяющих растениям приспособиться к температурным флуктуациям, лежат физиолого-биохимические процессы на тканевом и клеточном уровнях. К ним относятся изменения в метаболизме углеводов, липидов, накопление криопротекторных веществ. Гидрофильные белки, моно- и олигосахариды способны связывать воду, которая впоследствии не замерзает и не транспортируется. Установлено, что от содержания воды, растворимых углеводов, пролина в одревесневших тканях и почках виноградной лозы зависит морозоустойчивость. [11-13] Эти параметры рассматривают как критерии оценки морозостойкости сортов винограда.

Цель работы — провести физиолого-биохимическую оценку морозостойкости сортов винограда различного эколого-географического происхождения, выявить устойчивые сорта для возделывания в условиях Анапо-Таманской зоны Краснодарского края и использования в селекционном процессе.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Физиолого-биохимические исследования проводили в 2019—2021 годах на базе Анапской ампелографической коллекции, лаборатории физиологии и биохимии растений ФГБНУ СКФНЦСВВ, Центра коллективного пользования технологичным оборудованием по направлениям: геномные и постгеномные технологии; физиолого-биохимические и микробиологические, а также почвенные, агрохимические и экотоксикологические исследования; пищевая безопасность.

Объект изучения — сорта винограда: межвидовые гибриды европейско-американского происхождения — Достойный, Красностоп, Восторг, западно-европейского — Алиготе, восточно-европейского — Зариф. Контроль — высоко зимостойкий сорт Кристалл (межвидовой гибрид евро-амуроамериканского происхождения). Растения одного года посадки, подвой Кобер 5ББ. Формировка — двусторонний высокоштамбовый спиральный кордон АЗОС. Возделывание растений винограда — на черном паре, схема посадки — 3 × 2,5 м.

Биохимические показатели определяли в зимующих почках (глазки) и во внутренней части живой коры (флоэма), отделяя при помощи скальпеля слои опробковевшей и отмершей корки. Исследования проводили в трехкратной повторности на десяти почках или кусочках однолетних побегов в каждой. Оводненность почек определяли весовым методом после высушивания навесок в термостате при 105°C до постоянной массы. [3]

Содержание растворимых сахаров находили согласно методике [1] с использованием антронового

реактива по спектру поглощения (длина волны — 670 нм), снятому на фотоколориметре ФЭК-56. Содержание пролина устанавливали методом капиллярного электрофореза на приборе Капель 104Р согласно методике, основанной на получении электрофореграммы с помощью прямого детектирования поглощающих компонентов пробы. [5] Полученные экспериментальные данные обрабатывали общепринятыми методами вариационной статистики. [2]

РЕЗУЛЬТАТЫ

Осенняя закалка растений винограда проходила в благоприятных температурных условиях. За изучаемый период (2019—2021) в ноябре максимальная температура воздуха достигала 20° С, минимальная — минус 1,4, декабре — 18 и минус 2, январе — 12 и минус 19,2, феврале — 14 и минус $11,5^{\circ}$ С соответственно. Перепад температур за изучаемый период в ноябре составлял 13° С, декабре — 10, январе — 15 и феврале — 5° С. Среднемесячное количество осадков — 42,1,18,2,29,60 мм соответственно.

На зимостойкость виноградной лозы существенно влияют не только условия зимнего периода, но и вегетации, обеспечивающие степень вызревания тканей, водный режим, минеральное питание, а также генетические особенности сорта. Ключевой фактор, влияющий на устойчивость винограда к низким температурам — оводненность тканей. Ее снижение при вступлении растений в состояние зимнего покоя — показатель их устойчивости к факторам зимнего периода. [7] Многими исследованиями установлена отрицательная корреляция между содержанием воды в почках винограда и их морозостойкостью. Сорта с высоким содержанием воды в почках более подвержены воздействию низких температур, чем с низким. [13]

В ноябре оводненность почек составила 33,7... 41,6 % в зависимости от сорта. В январе, в период проявления наибольшей морозостойкости, этот показатель у всех сортов понизился до 23,5...34,5 %, в большей степени у сортов *Красностоп, Кристалл, Восторг* — на 12,6, 15,3, 11,7 % соответственно, в меньшей у *Зариф* — на 1,9 % (рис. 1).

В феврале содержание воды несколько увеличилось у всех изучаемых сортов в связи с выходом их из периода органического покоя и уменьшением устойчивости к пониженным температурам.

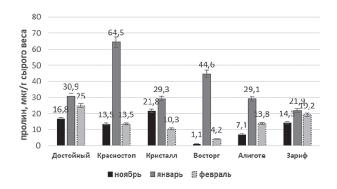


Рис. 1. Динамика оводненности почек винограда (среднее значение) в зимний период (ноябрь 2019 — февраль 2021) $HCP_{0.5}$: ноябрь — 0,16; январь — 0,15; февраль — 0,19.

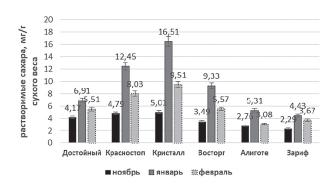


Рис.2. Содержание растворимых сахаров в коре винограда (среднее значение) в зимний период (ноябрь $2019 - \varphi$ евраль 2021) HCP $_0$; ноябрь -0,16; январь -0,15; февраль -0,19.

При закалке, во время низкотемпературной адаптации в тканях винограда, преимущественно во флоэме побегов из-за гидролиза крахмала, накапливаются водорастворимые сахара. В результате повышения общего содержания сахаров, точка замерзания содержимого клеток снижается и образуется лед в межклетниках. При этом протопласт постепенно обезвоживается, препятствуя внутриклеточному образованию льда. [14, 15]

В проведенных нами исследованиях увеличение содержания водорастворимых сахаров происходило с ноября по январь, затем начался процесс его снижения (ноябрь — 2,29...5,01 мг/г сухого веса в зависимости от сорта, январь — 4,43...16,51 мг/г). У *Красностопа* содержание водорастворимых сахаров увеличилось в 2,59 раз, *Кристалла* и *Восторга* — 3,29 и 2,67 раз соответственно по сравнению с ноябрем, у остальных — 1,65...1,93 раза (рис. 2).

Содержание сахаров коррелировало с оводненностью почек (r = 0,87). Подобный факт наблюдали в почвенно-климатических условиях Ирана — в почках морозоустойчивых сортов винограда под воздействием низких температур усиливался гидролиз крахмала и происходило накопление растворимых сахаров в цитоплазме. [9]

При изучении механизмов адаптации растений к низкотемпературному стрессу особый интерес вызывает аминокислота пролин, сочетающая в себе функции осмопротектора, мембранозащитного соединения и антиоксиданта. Обнаружена корреляция между накоплением пролина и морозостойкостью у граната и винограда. [9, 10] В то же время, не во всех исследованиях подтверждается связь между

накоплением растениями пролина и развитием их устойчивости к гипотермии. Так, изучение динамики содержания пролина в листьях озимой пшеницы показало, что его количество многократно возрастает только после наступления морозов. [4]

В ноябре конститутивное содержание пролина в коре составило 1,1...21,8 мкг/г сырого веса в зависимости от сорта (рис. 3).

В январе после действия пониженных температур у всех сортов содержание пролина увеличилось в различной степени: *Восторе* — 40,5 раз, остальных — 1,3...4,8 раза. Многократное увеличение содержания пролина у *Востореа* свидетельствует об активном его участии в формировании защитного ответа на низкие температуры. У остальных сортов его защитная роль невелика. В феврале содержание пролина у всех сортов уменьшилось в связи с исполнением своей функции.

Таким образом, оводненность тканей, содержание водорастворимых сахаров и пролина можно рассматривать в качестве диагностических критериев устойчивости сортов винограда к низким температурам. Причем, оводненность почек и содержание растворимых сахаров в коре более предпочтительно по сравнению с накоплением пролина, так как между этими параметрами прослеживается тесная математическая связь.

По физиолого-биохимическим параметрам сорта *Красностоп*, *Кристалл*, *Восторг* выделены как наиболее устойчивые к низким температурам в зимний период. Это позволяет возделывать их в условиях изменяющегося климата Анапо-Таманской зоны и использовать в селекционном процессе в качестве источников морозостойкости.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- 1. Воробьев, Н.В. Определение содержания сахарозы, фруктозы и глюкозы в растительных тканях с помощью антронового реактива / Н.В. Воробьев // Бюллетень НТИ ВНИИ риса. 1985. № 33. С. 11—13.
- Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов // М.: Колос, 1985. 351 с.
- 3. Кушниренко, М.Д. Методы изучения водного обмена и засухоустойчивости плодовых растений / М.Д. Кушниренко // Метод. указания. Кишинев: Штиинца, 1970. 80 с.
- Майор, П.С. Зміни вмісту вільного проліну у рослинах озимої пшениці протягом осінньо-зимового періоду / П.С. Майор, В.П. Захарова, Л.Г. Великожон // Физио-

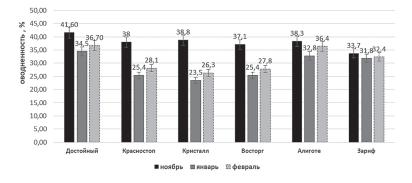


Рис. 3. Содержание пролина в коре винограда (среднее значение) в зимний период (ноябрь 2019 — февраль 2021) HCP $_{0,5}$: ноябрь -0,21; январь -0,46; февраль -0,28.

- логия и биохимия культ. растений. 2009. Т. 41. \mathbb{N}_2 5. С. 371—383.
- Ненько, Н.И. Современные инструментально-аналитические методы исследования плодовых культур и винограда / Н.И. Ненько, И.А. Ильина, Т.Н. Воробьева и др. Краснодар: СКЗНИИСиВ, 2015. 115 с.
- Петров, В.С. Агроэкологическое зонирование территории для оптимизации размещения сортов, устойчивого виноградарства и качественного виноделия / В.С. Петров. Краснодар, 2020. 138 с.
- Стоев, К. Физиология винограда и основы его возделывания / К. Стоев. – М.: Книга по требованию, 2013. – 386 с.
- Antivilo, F.G. Thermal history parameters drive changes in physiology and cold hardiness of young grapevine plants during winter / F.G. Antivilo, R.C. Paz, M. Echeverria, M. Keller // Agricultural and Forest Meteorology. 2018. № 262 (15). P. 227–236. https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2018.07.017-
- Ershadi, A. Freezing tolerance and its relationship with soluble carbohydrates, proline and water content in 12 grapevine cultivars / A. Ershadi, R. Karimi, K.M. Naderi // Acta physiologiae plantarum. 2016. № 38 (2). P. 1–10. DOI 10.1007/s11738-015-2021-6.
- 10. Ghasemi, A.A. Evaluation of cold hardiness in seven Iranian commercial pomegranate (Punica granatum L.) cultivars / A.A. Ghasemi, A. Ershadi, E. Fallahi // HortScience. 2012. № 47. P. 1821–1825.
- Grant, T.N. Physiological and biochemical seasonal changes in Vitis genotypes with contrasting freezing tolerance / T.N. Grant, I.E. Dami // Am.J. Enol. Vitic. 2015. № 66. P. 195–203.
- 12. Karimi, R. Seasonal changes in soluble proteins, total phenol and malondialdehyde content and their relationship with cold hardiness of some grapevine cultivars / R. Karimi., A. Ershadi, M. Esna-Ashari, M.M. Akbar Booja // Agricult. Crop. Manag. (J. Agricult.). − 2015. − № 16. − P. 999–1013. http://journals. ut.ac.ir.
- 13. Kaya, Ö. Bud Death and Its Relationship with Lateral Shoot, Water Content and Soluble Carbohydrates in Four Grapevine Cultivars Following Winter Cold / Ö. Kaya // Erwerbs-Obstbau. 2020. № 62 (1). P. 43–50. https://doi.org/10.1007/s10341-020-00495-w.
- 14. Ma, Y. Roles of plant soluble sugars and their responses to plant cold stress / Y. Ma, Y. Zhang, J. Lu, H. Shao // African Journal of Biotechnology. − 2009. − № 8. − P. 2004–2010. file:///C:/ Users/VipNet/Downloads/60470-Article%20Text-111722-1-10-20101004.pdf.
- Rosa, M. Soluble sugars Metabolism, sensing and abiotic stress/ M. Rosa, C. Prado, G. Podazza et al. // Plant Signal Behav. – 2009. – №. 4. – P. 388–393.

LIST OF SOURCES

 Vorob'ev, N.V. Opredelenie soderzhaniya saharozy, fruktozy i glyukozy v rastitel'nyh tkanyah s pomoshch'yu antronovogo reaktiva / N.V. Vorob'ev // Byulleten' NTI VNII risa. – 1985. – № 33. – S. 11–13.

- Dospekhov, B.A. Metodika polevogo opyta / B.A. Dospekhov // M.: Kolos, 1985. 351 s.
- Kushnirenko, M.D. Metody izucheniya vodnogo obmena i zasuhoustojchivostiplodovyhrastenij/M.D. Kushnirenko// Metod. ukazaniya. – Kishinev: Shtiinca, 1970. – 80 s.
- Major, P.S. Zmini vmistu vil'nogo prolinu u roslinah ozimoï pshenici protyagom osinn'o-zimovogo periodu / P.S. Major, V.P. Zaharova, L.G. Velikozhon // Fiziologiya i biohimiya kul't. rastenij. – 2009. – T. 41. – № 5. – S. 371–383.
- Nen'ko, N.I. Sovremennye instrumental'no-analiticheskie metody issledovaniya plodovyh kul'tur i vinograda / N.I. Nen'ko, I.A. Il'ina, T.N. Vorob'eva i dr. – Krasnodar: SKZNIISiV, 2015. – 115 s.
- Petrov, V.S. Agroekologicheskoe zonirovanie territorii dlya optimizacii razmeshcheniya sortov, ustojchivogo vinogradarstva i kachestvennogo vinodeliya / V.S. Petrov. – Krasnodar, 2020. – 138 s.
- Stoev, K. Fiziologiya vinograda i osnovy ego vozdelyvaniya / K. Stoev. – M.: Kniga po trebovaniyu, 2013. – 386 s.
- Antivilo, F.G. Thermal history parameters drive changes in physiology and cold hardiness of young grapevine plants during winter / F.G. Antivilo, R.C. Paz, M. Echeverria, M. Keller // Agricultural and Forest Meteorology. – 2018. – № 262 (15). – P. 227–236. https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2018.07.017-
- 9. Ershadi, A. Freezing tolerance and its relationship with soluble carbohydrates, proline and water content in 12 grapevine cultivars / A. Ershadi, R. Karimi, K.M. Naderi // Acta physiologiae plantarum. − 2016. − № 38 (2). − P. 1−10. DOI 10.1007/s11738-015-2021-6.
- 10. Ghasemi, A.A. Evaluation of cold hardiness in seven Iranian commercial pomegranate (Punica granatum L.) cultivars / A.A. Ghasemi, A. Ershadi, E. Fallahi // HortScience. 2012. № 47. P. 1821–1825.
- Grant, T.N. Physiological and biochemical seasonal changes in Vitis genotypes with contrasting freezing tolerance / T.N. Grant, I.E. Dami // Am.J. Enol. Vitic. 2015. № 66. P. 195–203.
- 12. Karimi, R. Seasonal changes in soluble proteins, total phenol and malondialdehyde content and their relationship with cold hardiness of some grapevine cultivars / R. Karimi., A. Ershadi, M. Esna-Ashari, M.M. Akbar Booja // Agricult. Crop. Manag. (J. Agricult.). − 2015. − № 16. − P. 999–1013. http://journals. ut.ac.ir.
- 13. Kaya, O. Bud Death and Its Relationship with Lateral Shoot, Water Content and Soluble Carbohydrates in Four Grapevine Cultivars Following Winter Cold / Ö. Kaya // Erwerbs-Obst-bau. – 2020. – № 62 (1). – P. 43–50. https://doi.org/10.1007/s10341-020-00495-w.
- 14. Ma, Y. Roles of plant soluble sugars and their responses to plant cold stress / Y. Ma, Y. Zhang, J. Lu, H. Shao // African Journal of Biotechnology. 2009. № 8. P. 2004—2010. file:///C:/Users/VipNet/Downloads/60470-Article%20 Text-111722-1-10-20101004.pdf.
- 15. Rosa, M. Soluble sugars Metabolism, sensing and abiotic stress / M. Rosa, C. Prado, G. Podazza et al. // Plant Signal Behav. 2009. № 4. P. 388–393.

А.Ф. Сухоруков, доктор сельскохозяйственных наук А.А. Сухоруков, кандидат сельскохозяйственных наук Н.Э. Бугакова, младший научный сотрудник

Самарский ФИЦ РАН «Самарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства имени Н.М. Тулайкова» РФ, 446254, Самарская обл., п. Безенчук, ул. Карла Маркса, 41

E-mail: samniish@mail.ru

УДК 633.11. «324»: 631.52

DOI:10.30850/vrsn/2021/5/22-25

ВЛИЯНИЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА КАЧЕСТВО ЗЕРНА СОРТА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ *БИРЮЗА*

Исследования проведены в 2012-2020 годах на экспериментальной базе Самарского НИИСХ для уточнения методов отбора новых высококачественных генотипов озимой мягкой пшеницы в изменяющихся метеорологических условиях Среднего Поволжья. Качество зерна устанавливали по ГОСТам, экспериментальные данные статистически обрабатывали в Microsoft Office Excel. Анализ метеорологических условий созревания зерна выполнен по данным Безенчукской аэрологической станции. За годы исследований коэффициент вариации суммы осадков составил 70,7 %, максимальной температуры воздуха — 8,1 %, минимальной относительной влажности воздуха — 24,8 %, относительной влажности воздуха — 8,4 %. Среднее число падения у сорта озимой мягкой пшеницы Бирюза — 346 с (вариация по годам 224-470 с); массовая доля белка в зерне — 14,5% (12,4-15,3%), сырой клейковины в зерне -32,7% (25-41,5%); время образования и устойчивость теста -9,2 мин. (3,5-14,5 мин.); разжижение теста -57 ед. фаринографа (40-100 ед.); валориметрическая оценка теста -75 ед. валориметра (56—90 ед.); объем хлеба — 730 мл (600—850 мл); оценка хлеба — 4,2 балла (3,8—4,4 балла). Сумма осадков положительно коррелировала с временем образования, устойчивостью теста $(r = 0,78, P_{0l})$ и валориметрической оценкой $(r = 0,76, P_{0s})$, минимальная и средняя относительная влажность воздуха— с массовой долей белка в зерне $(r=0,85,\,P_{ov})$. В результате проведенных исследований установлена высокая вариабельность метеорологических условий созревания зерна озимой пшеницы, вызывающая существенную фенотипическую изменчивость показателей качества зерна. Для повышения эффективности отбора генотипов озимой пшеницы с максимальной генетически обусловленной выраженностью признака «число падения» отбор целесообразно проводить в годы с повышенной суммой осадков периода созревания зерна. Отбор генотипов с максимальной выраженностью признака «массовая доля белка в зерне» наиболее эффективен при минимальной относительной влажности воздуха периода созревания зерна.

Ключевые слова: озимая пшеница, Среднее Поволжье, сорт, метеорологические условия, качество зерна, коэффициент вариации, корреляция.

A.F. Sukhorukov, Grand PhD in Agricultural sciences A.A. Sukhorukov, PhD in Agricultural sciences N.E. Bugakova, junior researcher

Samara FRC of the RAS «N.M. Tulaykov Samara Scientific Research Institute of Agriculture» RF, 446254, Samarskaya obl., p. Bezenchuk, ul. Karla Marksa, 41 E-mail: samniish@mail.ru

THE INFLUENCE OF METEOROLOGICAL CONDITIONS ON THE GRAIN QUALITY OF THE WINTER WHEAT «BIRYUZA» VARIETY

The research was carried out in 2012–2020 on the experimental basis of the Samara Research Institute of Agricultural Sciences in order to refine the methods for selecting new high — quality genotypes of winter soft wheat in the varying meteorological conditions of the Middle Volga region. The analysis of meteorological conditions of grain maturation was performed according to the data of the Bezenchuk Aerological Station. The quality of grain was studied according to GOST standards. Statistical processing of experimental data in Microsoft Office Excel. Over the years of research, the coefficient of variation of the precipitation amount was 70.7 %, the maximum air temperature was 8.1 %, the minimum relative humidity was 24.8 %, and the relative humidity was 8.4 %. The average number of drops in the winter soft wheat variety Biryuza over the years of research is 346 c with a variation from 224 to 470 c; the mass fraction of protein in the grain is 14.5 % with a variation from 12.4 to 15.3 %; the mass fraction of raw gluten in the grain is 32.7 % with a variation from 25.7 to 41.5 %; the formation time and stability of the test is 9.2 minutes with a variation from 3.5 minutes to 14.5 minutes; dilution of the dough - 57 units of the faringgraph with a variation over the years from 40 units to 100 units; valorimetric test score -75 units of the valorimeter with a variation over the years from 56 units to 90 units; bread volume -730 ml with a variation from 600 ml to 850 ml; bread score -4.2 points with a variation over the years from 3.8 points to 4.4 points. The amount of precipitation was positively correlated with the formation time and stability of the test (r = 0.781) and the valorimetric score (r = 0.76). The minimum and average relative humidity of the air positively correlated with the mass fraction of protein in the grain (r = 0.85). As a result of the conducted studies, a high variability of meteorological conditions of winter wheat grain maturation was established, which causes a significant phenotypic variability in grain quality indicators. To increase the efficiency of the selection of winter wheat genotypes with the maximum genetically determined severity of the "fall number" trait, it is advisable to select in years with an increased amount of precipitation compared to the norm during the grain maturation period. The selection of genotypes with the maximum severity of the "mass fraction of protein in the grain" trait is most effective in the conditions of the minimum relative humidity of the air during the grain maturation period.

Key words: winter wheat, Middle Volga region, variety, meteorological conditions, grain quality, coefficient of variation, correlation.

Пшеница — важнейшая продовольственная культура России и мира. Ценность зерна определяется количеством и качеством белка, а также технологическими и хлебопекарными свойствами.

Качество зерна пшеницы зависит от генетических особенностей сорта, естественного плодородия почвы, основных фитометрических и структурных параметров посева, интенсивных агротехнологий, метеорологических условий формирования зерна. [1, 3, 4, 7, 8]

В Российской Федерации доля производимого зерна пшеницы 4 и 5 классов в общем объеме более 75 %. [5] Исследования в области повышения его качества имеют высокую актуальность.

Цель работы — уточнение методов отбора новых высококачественных генотипов озимой мягкой пшеницы в изменяющихся метеорологических условиях Среднего Поволжья.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В 2012—2020 годах изучали сорт мягкой озимой пшеницы *Бирюза*, включенный в Государственный реестр селекционных достижений, допущенный к использованию в Центрально-Черноземном и Средневолжском регионах Российской Федерации. [2]

Предшественник — чистый пар. Почва — чернозем обыкновенный с содержанием гумуса (по Тюрину, ГОСТ 23740 — 79) — 4,0 %, нитратного азота — 4,7 мг/кг (26107-84), подвижного фосфора — 132 и обменного калия — 110 мг/кг (ГОСТ 26204 — 91).

Учетная площадь делянок 25 м². Повторность четырехкратная. Для оценки влияния метеорологических условий созревания зерна озимой пшеницы использованы данные наблюдений Безенчукской аэрологической станции за первую и вторую декады июля: сумма осадков, средняя максимальная температура воздуха, минимальная и средняя относительная влажность воздуха. Качество зерна определяли по средней из четырех проб массой 2 кг: число падения — по ГОСТ — ISO 3093 — 2016, массовую долю белка — ГОСТ — 10846 — 91, массовую долю клейковины и ее качество — ГОСТ Р 54478, реологические свойства теста на фаринографе — ГОСТ ISO 5530 — 1 — 2013,

качество зерна по классам — ГОСТ 9353 — 2016, соответствие показателей для сильной и ценной пшеницы — по Методике Государственного сортоиспытания. [6] Экспериментальные данные статистически обрабатывали в Microsoft Office Excel.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Сумма осадков с 1 по 20 июля в среднем за девять лет наблюдений составила 29,6 мм (табл. 1) с варьированием от 0,0 в 2020 году до 56,3 мм в 2019 (Cv = 70,7 %). Средняя максимальная температура воздуха — 33,9°C, оптимальная (29,1°C) в 2019 году, критическая (37,8°C) в 2018 (Cv = 8,1 %).

Нестабильность суммы осадков и изменяющуюся температуру воздуха за период созревания зерна необходимо учитывать при отборе генотипов для создания сортов озимой пшеницы формирующих высокое качество зерна, независимо от складывающихся метеорологических условий.

За годы наблюдений период созревания зерна озимой пшеницы характеризовался пониженной минимальной относительной влажностью воздуха от 16,5 в 2012 году до 36,5 % в 2017 (Cv = 24,8 %). Установлено влияние сухости воздуха на формирование основных параметров качества зерна озимой мягкой пшеницы в регионе Среднего Поволжья.

Число падения при средней за девять лет величине — 346 с (табл. 2) изменяется от 224 в 2018 году при повышенном увлажнении (47,1 мм) до 470 с в 2016 (16,8 мм, Cv = 19 %). Вариабельность признака определяется суммой осадков за период созревания зерна. По минимальной величине признака (224 с) сорт *Бирюза* соответствует первому классу.

Отбор генотипов озимой мягкой пшеницы с максимальным значением числа падения наиболее эффективен при повышенной влажности в период созревания зерна.

По величине массовой доли белка в зерне сорт *Бирюза* пять из девяти лет соответствовал пшенице первого класса — 14,8...15,3 %, четыре — второго (14,3...14,4 %) и один год на фоне рекордной для Среднего Поволжья урожайности (8,5 т/га) — третьего (12,4 %). Слабое варьирование признака (Cv = 5,9 %)

Метеорологические условия при созревании зерна озимой пшеницы (1—20 июля)

			Средняя	
Год	Сумма осадков, мм	максимальная температура воздуха, ⁰С	минимальная относительная влажность воздуха, %	относительная влажность воздуха, %
2012	19,6	34,7	16,5	60,5
2013	47,9	32,1	29,0	60,5
2014	2,9	33,6	22,5	59,5
2015	47,2	35,6	22,0	61,0
2016	16,8	33,8	21,0	57,0
2017	29,2	31,8	36,5	73,0
2018	47,1	37,2	27,5	60,5
2019	56,3	29,1	24,0	63,0
2020	0,0	37,9	19,0	54,5
Среднее	29,6	33,9	24,2	61,0
Cv, %	70,7	8,1	24,8	8,4
HCP ₀₅	20,9	2,8	6,0	5,1

Таблица 1.

Таблица 2. Характеристика технологических и хлебопекарных свойств зерна сорта озимой пшеницы *Бирюза*

Год	Число	Массов	ая доля в зерне, %	ИДК, ед.	Время образования	Разжижение	Валометрическая	0бъем	Общая оценка
ТОД	падения, с	белка	сырой клейковины	иди, сд.	и устойчивость теста, мин.	теста, ед.	оценка, ед.	хлеба, мл	хлеба, балл
2012	320	14,8	41,5	102	3,5	80	56	850	4,2
2013	354	14,4	38,9	92	8,0	40	78	840	4,4
2014	330	14,4	38,4	100	5,0	40	62	630	4,2
2015	320	15,2	31,6	105	13,5	60	80	835	4,2
2016	470	14,5	28,2	102	8,5	40	78	600	3,8
2017	362	12,4	25,7	97	6,5	50	73	700	4,1
2018	224	14,3	26,2	98	12,0	60	85	720	4,3
2019	340	14,8	28,9	95	14,0	100	90	655	4,1
2020	397	15,3	34,6	92	6,5	40	70	740	4,4
Среднее	346	14,5	32,7	98,1	8,6	57	75	730	4,2
Cv, %	19	5,9	18,1	4,6	43,6	37,4	14,4	13	4,4
HCP ₀₅	65	0,8	5,9	4,5	3,7	21	10	94	0,8

свидетельствует о высокой роли генотипа в его формировании.

Массовая доля сырой клейковины в зерне в среднем за 2012-2020 годы составила 32,7 % (от 25,7 в 2017 до 41,5 % в засушливом 2012). Признак — средневарьирующий (Cv=18,1 %). Максимальное количество сырой клейковины в зерне сорта Бирюза сформировано при дефиците осадков в период созревания зерна, в 2012 году — 41,5 %, 2014 — 38,4, 2020 — 34,6 %, сумма осадков — 19,6 мм, 2,9,0,0 мм соответственно. Отбор на генетический потенциал линии по признаку эффективен в сухие годы.

Качество клейковины в восьми случаях из девяти соответствовало второй группе. Признак — слабоварьирующий (Cv = 4,56 %) и детерминируется в основном генотипом сорта. Однако в 2015 году качество зерна ухудшилось до третьей группы (ИДК = 105 ед.), при сумме осадков за период его созрева-

ния 47,1 мм. Поэтому отбор генотипов озимой мягкой пшеницы с высоким качеством клейковины эффективнее в годы с повышенной влажностью во время созревания зерна.

Время образования и устойчивость теста, разжижение теста зависят от внешних условий и характеризуются высокой вариабельностью — Cv = 43.6% и 37,6% соответственно. В то же время генетический потенциал сорта *Бирюза* при формировании данных признаков соответствует требованиям, предъявляемым к сильным пшеницам. [6]

По величине валориметрической оценки (обобщенный показатель признаков) сорт в семи случаях из девяти соответствовал сильной пшенице, в двух — ценной. Признак средневарьирующий (Cv = 14,4%). Генетический потенциал сорта *Бирюза* — -90 ед. валориметра, что значительно выше нормы для сильной пшеницы.

Матрица коэффициентов корреляции, среднее за 2012—2020 годы

Таблица 3.

	Признак												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	1,00												
2	0,01	1,00											
3	0,00	0,43	1,00										
4	-0,07	0,09	-0,04	1,00									
5	-0,27	0,24	-0,06	0,06	1,00								
6	-0,38	0,18	-0.09	0,12	0,41	1,00							
7	-0,11	0,02	-0,71*	-0,22	0,91**	0,26	1,00						
8	-0,36	0,25	0,5	0,0	-0,07	0,12	-0,21	1,00					
9	-0,53	0,24	0,44	-0,54	-0,09	-0,11	-0,12	0,62	1,00				
10	-0,45	-0,06	-0,36	-0.04	0,78*	0,53	0,76*	0,29	0,06	1,00			
11	-0,20	0,38	0,09	0,17	-0,15	-0,40	-0,27	0,26	0,37	-0,41	1,00		
12	-0,17	-0,85**	-0,52	-0,33	0,15	-0,17	0,37	-0,11	0,04	0,41	-0,39	1,00	
13	-0,21	-0,85**	-0,41	0,02	0,04	0,23	,011	-0,00	-0,17	0,37	-0,54	0,80*	1,00

Примечание. 1 — число падения, c; 2 — массовая доля белка в зерне, %; 3 — массовая доля сырой клейковины в зерне, %; 4 — ИДК, ед. прибора; 5 — время образования и устойчивость теста, мин.; 6 — разжижение теста, ед.; 7 — валориметрическая оценка, ед.; 8 — объем хлеба, мл; 9 — оценка хлеба, балл; 10 — сумма осадков, мм; 11 — средняя максимальная температура воздуха, C; 12 — средняя за период минимальная относительная влажность воздуха, 13 — средняя относительная влажность воздуха, 8.

^{*} – достоверно на 5 %-м уровне значимости, ** – 1%-м.

Объем хлеба и общая хлебопекарная оценка характеризуют потребительские качества пшеничной муки. Объем хлеба из 100 г муки по годам варьирует от 600 мл (3,8 балла) в 2016 году при сумме осадков за период созревания зерна 16,8 мм до 850 мл в 2012 (Cv = 13 %). Однако при минимальном показателе реологические свойства теста соответствовали сильной пшенице: время образования и устойчивость — 8,5 мин., разжижение — 40 ед., валориментрическая оценка — 78 ед.

Низкое качество хлеба при хороших реологических свойствах теста объясняется формированием очень крепкой белковой массы, устойчивой к разрыхлению при созревании теста под действием дрожжевых грибов. Такие партии зерна целесообразно использовать в смеси с рядовой пшеницей для улучшения ее технологических свойств. При отборе генотипов необходимо соблюдать баланс между реологическими и хлебопекарными свойствами пшеничной муки.

Сумма осадков за период созревания зерна положительно коррелирует с временем образования, устойчивостью теста ($r=0,78,\,P_{05}$) и валориметрической оценкой ($r=0,76,\,P_{05}$). Взаимосвязь суммы осадков и числа падения имеет отрицательное значение (r=-0,45), но при величине выборки (n=9) недостоверна. Не обнаружено зависимости между суммой осадков и массовой долей белка и клейковины в зерне, объемом и качеством хлеба.

Достоверной взаимосвязи между максимальной температурой воздуха и числом падения, массовой долей белка и клейковины, качеством клейковины, временем образования и устойчивостью теста, разжижением теста, валориметрической оценкой, объемом хлеба, оценки хлеба не найдено. Минимальная и средняя относительные влажности воздуха на 1 %-м уровне отрицательно коррелируют с массовой долей белка в зерне ($r = -0.85, P_{01}$). Снижение относительной влажности воздуха способствует повышению массовой доли белка в зерне озимой пшеницы сорта *Бирюза*.

Установлена вариабельность метеорологических условий созревания зерна озимой мягкой пшеницы, вызывающая существенную изменчивость показателей его качества.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- Гостев, А.В. Условия формирования зерна высокого качества в высокопродуктивных ресурсосберегающих агротехнологиях / А.В. Гостев // Земледелие. 2019. № 6. С. 16—20. DOI:10.24411 / 0044—3913—2019—10604.
- 2. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Сорта растений (официальное издание). М.: Росинформагротекс, 2018. Т. 1. 508 с.
- 3. Гулянов, Ю.А. Экологизация степных агротехнологий в условиях природных и антропогенных изменений окружающей среды. / Ю.А. Гулянов, А.А. Чибилев // Технологическая и прикладная экология. -2019. № 3. C. 5—11. DOI:10.25750 / 1995—4301—2019—3—005—011.

- Гулянов, Ю.А., Резервы повышения урожайности и качества зерна озимой пшеницы и их зависимость от гетерогенности посевов в условиях степной зоны Оренбурского Предуралья / Ю.А. Гулянов, А.А. Чибилев, А.А. Чибилев (мл.) //М.: Редакция журнала «Юг России: Экология, развитие», 2020. Т. 15. № 1 (54). С. 79 88. DOI:10.18470 / 1992—1098—2020—1—79—88.
- Итоги работы отрасли растениеводство в 2017 году и задачи на 2020 год. М., 2018 [электронный ресурс]. URL: http://barley mail.ru / wp content / uploads / 2018 / 02 / agronomycheskoe soveschanye ytogy 2017. pdf. (дата обращения 10.03.2021).
- Методика государственного сортоиспытания. Технологическая оценка зерна. — М.: Изд. Колос, 1988. — 122 с.
- Сухоруков, А.Ф. Адаптивный потенциал исходного материала озимой пшеницы в Среднем Поволжье/ А.Ф. Сухоруков, А.А. Сухоруков // Российская сельскохозяйственная наука. 2019. № 2. С. 3—6. DOI:org / 10.31857 / S 2500—2627201923—6.
- Финни, К.Ф. Качество твердозерной, мягкой и дурум пшениц / К.Ф. Финни, У.Т. Ямазаки // Пшеница и ее улучшение. – М.: Изд-во «Колос», 1970. – С. 469–492.

LIST OF SOURCES

- Gostev, A.V. Usloviya formirovaniya zerna vysokogo kachestva v vysokoproduktivnyh resursosberegayushchih agrotekhnologiyah / A.V. Gostev // Zemledelie. – 2019. – № 6. – S. 16–20. DOI:10.24411 / 0044–3913–2019– 10604.
- Gosudarstvennyj reestr selekcionnyh dostizhenij, dopushchennyh k ispol'zovaniyu. Sorta rastenij (oficial'noe izdanie). – M.: Rosinformagroteks, 2018. – T. 1. – 508 s.
- Gulyanov, Yu.A. Ekologizaciya stepnyh agrotekhnologij v usloviyah prirodnyh i antropogennyh izmenenij okruzhay-ushchej sredy. / Yu.A. Gulyanov, A.A. Chibilev // Tekhnologicheskaya i prikladnaya ekologiya. 2019. № 3. S. 5–11. DOI:10.25750 / 1995–4301–2019–3–005–011.
- 4. Gulyanov, Yu.A., Rezervy povysheniya urozhajnosti i kachestva zerna ozimoj pshenicy i ih zavisimost' ot geterogennosti posevov v usloviyah stepnoj zony Orenburskogo Predural'ya / Yu.A. Gulyanov, A.A. Chibilev, A.A. Chibilev (ml.) //M.: Redakciya zhurnala «Yug Rossii: Ekologiya, razvitie», 2020. T. 15. № 1 (54). S. 79–88. DOI:10.18470 / 1992–1098–2020–1–79–88.
- Itogi raboty otrasli rastenievodstvo v 2017 godu i zadachi na 2020 god. – M., 2018 [elektronnyj resurs]. URL: http:// barley – mail.ru / wp – content / uploads / 2018 / 02 / agronomycheskoe – soveschanye – ytogy – 2017. pdf. (data obrashcheniya 10.03. 2021).
- Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya. Tekhnologicheskaya ocenka zerna. – M.: Izd. Kolos, 1988. – 122 s.
- Suhorukov, A.F. Adaptivnyj potencial iskhodnogo materiala ozimoj pshenicy v Srednem Povolzh'e/ A.F. Suhorukov, A.A. Suhorukov // Rossijskaya sel'skohozyajstvennaya nauka. 2019. № 2. S. 3 6. DOI:org / 10.31857 / S 2500–2627201923–6.
- Finni, K.F. Kachestvo tverdozernoj, myagkoj i durum pshenic / K.F. Finni, U.T. Yamazaki // Pshenica i ee uluchshenie. – M.: Izd-vo «Kolos», 1970. – S. 469–492.

Ф. Дукси, аспирант В.В. Вандышев, кандидат фармацевтических наук Р. Мусса, кандидат фармацевтических наук Р. Мохамад, аспирант

Е.Н. Пакина, кандидат биологических наук Российский университет дружбы народов РФ, 117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, 6 E-mail: f.duksi@gmail.com

УДК 633.875

DOI: 10.30850/vrsn/2021/5/26-28

ИЗУЧЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА НАБУХАНИЯ СЕМЯН ЦЕРАТОНИИ СТРУЧКОВОЙ

Цель работы — изучение водопоглотительных свойств тканей семян бобов дикорастущей популяции цератонии стручковой, произрастающей в Сирии и культивируемой на о. Крит (Греция), впитывать воду в измельченном состоянии при комнатной температуре. Эндосперм семян цератонии стручковой, накапливающий полисахариды из группы галактоманнанов — продукт для производства камеди рожкового дерева (пищевая добавка E410). Его используют в пищевой промышленности в качестве загустителя, стабилизатора, при изготовлении молочных продуктов, мороженого, плавленых сыров, сладостей и супов, в фармацевтической — пленочных эмульсий, красок, лаков, керамики и клея. В доступной литературе данные о коэффициенте набухания (КН) семян цератонии стручковой отсутствуют. Задача исследователей — установить величину КН и изучить динамику набухания (ДН) измельченных нативных семян и частей (эндосперм, зародыши), выделенных из семян после их модификации. Определяли КН по методике анализа видов лекарственного растительного сырья, содержащих слизи (тисіlадо). Установлено, что измельченные семена и их части, независимо от места произрастания цератонии, достаточно быстро впитывают воду. КН измельченных нативных семян составил 6,3-7,0. При этом у семян цератонии из Сирии набухание происхождения, оказался одинаковым: эндосперм — 5,0, зародыши — 3,5. Величина КН измельченных семян, по сравнению с КН их отдельных частей, оказалась больше. Процесс набухания эндосперма, содержащего галактоманнановый полисахарид, проходил энергичнее, чем у зародышей. Ключевые слова: Сегатопіа siliqua L., рожковое дерево, кэроб, семена, зародыши, эндосперм, коэффициент набухания.

F. Duksi, PhD student
V.V. Vandyshev, PhD in Pharmaceutical sciences
R. Mussa, PhD in Pharmaceutical sciences
R. Mokhamad, PhD student
E.N. Pakina, PhD in Biological sciences
Peoples' Friendship University of Russia
RF, 117198, g. Moskva, ul. Mikluho-Maklaya, 6
E-mail: f.duksi@gmail.com

STUDYING OF THE CERATONIA SILIQUE SEEDS SWELLING COEFFICIENT

The purpose of this work is to study the water-absorbing properties of the bean seed tissues of the wild Ceratonia siliqua population growing in Syria and cultivated on the Crete island (Greece) absorb water in a crushed state at room temperature. Ceratonia siliqua seeds endosperm accumulating polysaccharides from the group of galactomannans which is a material for the production of locust bean gum (food additive E410). It is used in the food industry as a thickener, stabilizer, in the manufacture of dairy products, ice cream, processed cheeses, sweets and soups, in the pharmaceutical industry for film emulsions, paints, varnishes, ceramics and glue production. In the available literature there are no data on the swelling ration (SR) of the seeds of Ceratonia siliqua. The researcher's task is to establish the value of SR and study the swelling dynamics (SD) of crushed native seeds and parts (endosperm, embryos) isolated from seeds after their modification. SR was determined by the method of medicinal plant types analises containing mucus (mucilago). It was found that water absorption by crushed seeds and their parts, regardless of the Ceratonia growth place develops quite sharply and quickly. SR of crushed native seeds was 6.3-7.0. At the same time, the swelling of the Ceratonia seeds from Syria was more intense than that from Crete island. The SR level of the crushed parts isolated from modified seeds of different origins was the same: endosperm – 5.0, embryos – 3.5. The SR value of the crushed seeds in comparison with the SR of their individual parts turned out to be higher. The process of the endosperm swelling containing galactomannan polysaccharide was more vigorous than in the embryos.

Key words: Ceratonia siliqua L., carob, carob, seeds, embryo, endosperm, swelling ratio.

Все большее значение приобретают продукты питания с пищевыми биологически активными добавками (БАД) растительного происхождения. [7] В 40-е годы прошлого столетия среди новых и перспективных источников обволакивающих лекарственных средств растительного происхождения в России была признана цератония стручковая (Ceratonia siliqua L.; 2n = 24) — нелистопадное дву-

домное дерево (подсемейство Цезальпиневые, се-

мейство Бобовые). [1, 2, 6] В настоящее время расширяется культивирование ее сортов, как плодового растения многоцелевого использования. [4] В плодах накапливаются полисахариды, антоксиданты и другие БАС. [5, 9] Есть данные, что бобы цератонии используют в народной, а также традиционной европейской и зарубежной медицине. [12] Наиболее важный полисахаридный комплекс локализован в эндосперме, где содержится галактоманнановая ка-

медь, включающая 16...20 % D-галактозы и 80...84 % D-маннозы. [6, 11, 13] Камедь рожкового дерева, как вспомогательное вещество, включена в Государственную фармакопею Российской Федерации (XIV изд.). Она представляет собой измельченный эндосперм семян цератонии стручковой. Порошок белого или почти белого цвета, содержащий 70...80 % водорастворимого галактоманногликона. [10] Цератония стручковая разрешена в РФ для приготовления гомеопатических средств. [4] Цель работы — изучение свойств тканей семян бобов дикорастущей популяции цератонии стручковой, произрастающей в Сирии и культивируемой на о. Крит (Греция), впитывать воду в измельченном состоянии при комнатной температуре. Задача исследования – определить динамику набухания (ДН) и коэффициент набухания (КН) измельченных нативных семян и частей (эндосперм, зародыши) модифицированных семян.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Нативные семена для исследования выделены из зрелых бобов цератонии стручковой, произрастающей в г. Алеппо (Сирия), урожай 2018 года и на о. Крит (Греция), приобретенные в торговой сети г. Москвы в потребительской упаковке, дата изготовления: 29.10.2018. Массу семян и их частей взвешивали на весах AcculabVIC-120d3 scale с точностью до 0,1 г. Зародыши и эндосперм выделяли по методике [8] из модифицированных семян (после скарифицирования нативных семян концентрированной серной кислотой) и высушивали при комнатной температуре. Для изучения дисперсного состава образцов использовали почвенные сита по ГОСТ Р 51568-99.

Влажность семян устанавливали по Государственной фармакопеи Российской Федерации 14 изд.: ОФС.1.5.3.0007.15 «Определение влажности лекарственного растительного сырья». Коэффициент набухания (КН) находили по методике, используемой для характеристики степени набухания видов лекарственного растительного сырья, содержащих слизи. [12]

Измельчали образцы нативных семян после дробления их молотком, а образцы эндосперма и зародышей — в ступке. Далее, их пропускали сквозь сита, объединяли, тщательно перемешивали и ме-

Таблица 1. Образцы разных мест произрастания, использованные для определения коэффициентов набухания семян цератонии стручковой и их частей

Образец	Проба	Влажность, %	Диаметр отверстий сита, мм
Семена			
г. Алеппо	1	6,30	3
о. Крит	2	6,35	3
Зародыши			
г. Алеппо	3	6,00	2
о. Крит	4	5,80	2
Эндосперм			
г. Алеппо	5	8,40	2
о. Крит	6	8,60	2

тодом квартования отбирали пробы массой около 1,0 г для опытов (табл. 1).

Пробы помещали в градуированный цилиндр с притертой пробкой вместимостью 25 мл, высотой 125 ± 5 мм и ценой деления 0,5 мл. После постукивания по цилиндру измеряли объем, занимаемый сырьем, добавляли по 1,0 мл спирта и 25 мл дистиллированной воды, встряхивали каждые 10 мин. в течение часа и оставляли при комнатной температуре (около 25°C). Фиксировали среднюю величину объема набухающего материала через определенные промежутки времени настаивания в воде в четырех повторностях для каждой пробы (табл. 2). Коэффициент набухания рассчитывали после замера объема набухшей пробы через четыре часа. Результаты определения КН представлены в виде диаграммы (3-я стр. обложки), где КН – частное от деления установленного объема набухшей через четыре часа пробы на величину объема навески пробы сырья в начале опыта.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В условиях опыта способность впитывать воду наиболее хорошо выражено у измельченных семян цератонии (пробы 1, 2). При этом набухаемость семян из г. Алеппо (проба 1), немного превышает таковую с о. Крит. Процесс набухания у отдельных частей семян независимо от их происхождения одинаково как

Таблица 2. Результаты изучения коэффициента набухания измельченных семян и их частей из плодов цератонии стручковой

		06	бъем проб измельченн	ых семян и их частей,	мл					
Время набухания, ч	Проба									
	1	2	3	4	5	6				
0	1,20	1,20	1,40	1,40	1,40	1,40				
0,16	3,67±0,10	2,55±0,06	4,53±0,05	4,55±0,6	7,05±0,06	7,00±0,08				
0,5	4,48±0,10	3,48±0,05	4,53±0,05	4,55±0,6	7,05±0,06	7,00±0,08				
1	4,90±0,08	4,25±0,06	4,53±0,05	4,55±0,6	7,05±0,06	7,00±0,08				
1,5	5,20±0,08	4,65±0,06	4,83±0,10	4,93±0,5	7,05±0,06	7,00±0,08				
2	5,58±0,05	5,55±0,06	4,83±0,10	4,93±0,5	7,05±0,06	7,00±0,08				
2,5	6,20±0,08	6,08±0,10	4,83±0,10	4,93±0,5	7,05±0,06	7,00±0,08				
3	7,15±0,10	6,93±0,10	4,83±0,10	4,93±0,5	7,05±0,06	7,00±0,08				
3,5	8,53±0,10	7,55±0,13	4,83±0,10	4,93±0,5	7,05±0,06	7,00±0,08				
4	8,58±0,10	$7,60\pm0,08$	4,83±0,10	4,93±0,5	7,05±0,06	7,00±0,08				
Коэффициент набухания	7,015±0,08	6,33±0,07	3,45±0,07	3,52±0,04	5,04±0,04	5,00±0,06				

у зародышей (пробы 3, 4), так и эндосперма (пробы 5, 6). Учитывая, что последние были изолированы из образцов семян, идентичных измельченным (пробы 1, 2) можно предположить, что большая величина КН измельченных семян, по сравнению с зародышем и эндоспермом, составляющим в семенах около 80 % их массы, обусловлена набуханием слизи в тесте (семенная кожура). На диаграмме видно, что процесс впитывания воды у измельченного зародыша (пробы 3, 4) проходит слабее, чем у эндосперма (пробы 5, 6).

Динамика набухания проб измельченных семян (A) и их частей (Б): зародыши (пробы 3, 4), эндосперм (пробы 5, 6).

Полнота впитывания воды семенами и их частями наступает достаточно быстро. Измельченные семена первые десять минут интенсивно поглощают воду, а затем процесс набухания становится медленным, но в течение 1,5 ч достигается максимальное значение КН. Поглотительная способность эндосперма превышает таковую у зародышей. Высокие значения КН измельченных семян, по сравнению с их отдельными частями, могут быть обусловлены наличием семенной кожуры.

Выводы. Семена цератонии, произрастающей в Сирии, по способности поглощать воду, не уступают семенам с о. Крит. Коэффициент набухания эндосперма выше, чем у зародышей, так как в нем присутствует галактоманнановая камедь.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- 1. Ворошилов, В.Н. Поиски нового лекарственного растительного сырья. М.: Сельхозгиз., 1941. Вып. 6. С. 176.
- Жизнь растений (под ред. акад. АН СССР Тахтаджана). М.:Просвещение. – 1981. – Т. 5 (2). – С. 189–198.
- Содержание Фармакопеи Евразийского экономического союза (утвержденной решением Коллегии Евразийской экономической комиссии от 11.08.2020 № 100. С. 270).
- ТР ТС 021/2011 О безопасности пищевой продукции / технический регламент таможенного союза 9 декабря 2011 г. – № 880.
- Ayaz, F.A. Determination of chemical composition of Anatolian carob pod (Ceratonia siliqua L.) Sugars, amino and organic acids, minerals and phenolic compounds / F.A. Ayaz, H. Torun, S. Ayaz et al. // J. Food Qual. 2007. № 30 (6). S. 1040–1055.
- Battle, I. Carob Tree. Ceratonia siliqua L. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops / I. Battle, J. Tous. Rome, Italy: Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Gatersleben / International Plant Genetic Resources Institute, 1997. № 92. S. 17.
- Custo dio, L. Microspore genesis and another culture in carob tree [Ceratonia siliqua L.] / L. Custo dio, M.F. Carneiro, A. Romano // Scientia Horticulture. – 2005. – № 104. – S. 65–77.
- 8. Dakia, P.A. Isolation and chemical evaluation of carob [Ceratonia siliqua L.] seed germ / P.A. Dakia, B. Wathelet, M. Paquot // Food Chem. 2007. T. 102. № 4. S. 1368–1374.
- 9. El Batal, H. Sugar composition and yield of syrup production from the pulp of Moroccan carob pods (Ceratonia siliqua L.) / H.El. Batal, A. Hasib, A. Ouatmane et al. // Arab. J. Chem., in press DOI:10.1016/j.arabjc.2011.10.012.
- 10. European pharmacopoeia № 7. S. 396.

- 11. Morton, J.F. Carob. In Fruits of Warm Climates / J.F. Morton, F.L. Miami // C.F. Dowling, ed., 1987. S. 56–96.
- 12. Pharmacopée française juillet. Les prescriptions générales et les monographies générales de la Pharmacopée européenne ainsi que le préambule de la Pharmacopée française s'appliquent. 2016.
- 13. Salinas, M. Influence of Different Carob Fruit Flours [Ceratonia siliqua L.] on Wheat Dough Performance and Bread Quality / M. Salinas, B. Carbas, C. Brites, M. Puppo // Food and Bioprocess Technology. – 2015. – № 8. – S. 1561–1570.
- Sandolo, C. Caracterization of polysaccharide hydrogels for modified drug delivery / C. Sandolo, T. Coviello, P. Matricardi, F. Alhaique // Eur. Biophys. – 2002. – № 36 (7). – S. 693–700.

LIST OF SOURCES

- 1. Voroshilov, V.N. Poiski novogo lekarstvennogo rastitel'nogo syr'ya. M.: Sel'hozgiz., 1941. Vyp. 6. S. 176.
- Zhizn' rastenij (pod red. akad. AN SSSR Tahtadzhana). –
 M.: Prosveshchenie. 1981. T. 5 (2). S. 189–198.
- Soderzhanie Farmakopei Evrazijskogo ekonomicheskogo soyuza (utverzhdennoj resheniem Kollegii Evrazijskoj ekonomicheskoj komissii ot 11.08.2020. – № 100. – s. 270).
- TR TS 021/2011 O bezopasnosti pishchevoj produkcii / tekhnicheskij reglament tamozhennogo soyuza 9 dekabrya 2011 g. – № 880.
- Ayaz, F.A. Determination of chemical composition of Anatolian carob pod (Ceratonia siliqua L.) Sugars, amino and organic acids, minerals and phenolic compounds / F.A. Ayaz, H. Torun, S. Ayaz et al. // J. Food Qual. 2007. № 30 (6). S. 1040–1055.
- Battle, I. Carob Tree. Ceratonia siliqua L. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops / I. Battle, J. Tous. – Rome, Italy: Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Gatersleben / International Plant Genetic Resources Institute, 1997. – № 92. – S. 17.
- Custo dio, L. Microspore genesis and another culture in carob tree [Ceratonia siliqua L.] / L. Custo dio, M.F. Carneiro, A. Romano // Scientia Horticulture. – 2005. – № 104. – S. 65–77.
- Dakia, P.A. Isolation and chemical evaluation of carob [Ceratonia siliqua L.] seed germ / P.A. Dakia, B. Wathelet, M. Paquot // Food Chem. – 2007. – T. 102. – № 4. – S. 1368–1374.
- El Batal, H. Sugar composition and yield of syrup production from the pulp of Moroccan carob pods (Ceratonia siliqua L.) / H.El. Batal, A. Hasib, A. Ouatmane et al. // Arab. J. Chem., in press DOI:10.1016/j.arabjc.2011.10.012.
- 10. European pharmacopoeia № 7. S. 396.
- 11. Morton, J.F. Carob. In Fruits of Warm Climates / J.F. Morton, F.L. Miami // C.F. Dowling, ed., 1987. S. 56–96.
- 12. Pharmacopée franéaise juillet. Les prescriptions générales et les monographies générales de la Pharmacopée européenne ainsi que le préambule de la Pharmacopée franéaise s'appliquent. – 2016.
- 13. Salinas, M. Influence of Different Carob Fruit Flours [Ceratonia siliqua L.] on Wheat Dough Performance and Bread Quality / M. Salinas, B. Carbas, C. Brites, M. Puppo // Food and Bioprocess Technology. − 2015. − № 8. − S. 1561−1570.
- Sandolo, C. Caracterization of polysaccharide hydrogels for modified drug delivery / C. Sandolo, T. Coviello, P. Matricardi, F. Alhaique // Eur. Biophys. – 2002. – № 36 (7). – S. 693–700.

Р.В. Кулян, кандидат сельскохозяйственных наук О.Г. Белоус, доктор биологических наук Н.Б. Платонова, научный сотрудник

ФИЦ «Субтропический научный центр Российской академии наук» РФ, 354002, г. Сочи, ул. Яна Фабрициуса, 2/28 E-mail: supk-kulyan@vniisubtrop.ru

УДК 634.324:631.52

DOI:10.30850/vrsn/2021/5/29-32

АССИМИЛЯЦИОННЫЙ АППАРАТ ОТДАЛЕННЫХ ГИБРИДОВ ЦИТРУСОВЫХ, КАК ЭЛЕМЕНТ НЕСПЕЦИФИЧЕСКОГО МЕХАНИЗМА УСТОЙЧИВОСТИ*

Влажные субтропики Краснодарского края — зона рискованного цитрусоводства. Это связано с понижениями температуры в зимний период. Критическая температура (минус 7 — минус 12°С) приводит к повреждению или гибели растений и снижению урожайности. Поэтому создание отдаленных гибридов и выделение наиболее адаптивных генотипов к условиям выращивания важный элемент селекционного процесса. Проведены скрещивания: опылитель — дикий сородич цитрусовых Р. Trifoliata, материнские формы — Fortunella Sw. и Citrus sinensis Valensia. Выделено пять перспективных гибридов: 19; 019-1; 019-2; 019-A; 019-А-1. В результате физиолого-биохимических и анатомо-морфологических исследований данных гибридных форм и их родителей выявлены наиболее устойчивые к гидротермическим факторам образцы (19; 019-1; 019-2 и 019-А-1) — носители признаков адаптивности и представляющие ценный материал для практической селекции. Степень адаптивности растений к условиям выращивания зависит от содержания хлорофиллов и каротиноидов. В течение периода вегетации, содержание суммы хлорофиллов колебалось от минимума в феврале (1,47 мг/г у Citrus sinensis Valencia) до максимума в октябре — 4,29 мг/г у формы 019-1 (Fortunella × C. trifoliata). С февраля по октябрь наблюдали активный синтез зеленых пигментов у гибридной формы 019-А. Наибольшее количество хлорофилла к осеннему периоду (октябрь) накопили формы 019-А-1 и 019-2, значительное снижение его уровня было в июне у форм 19 и 019-1, характеризующихся сочетанием признаков Fortunella — C. trifoliata, из чего можно предположить, что они устойчивы к гидротермическим стрессам. С помощью анализа динамики отношения Σ хлор. / Σ кар. выделены формы 019-A и 019-A-1 с высокими показателями 5,31—4,64 мг/г сырой массы, что предполагает их устойчивость к высоким летним температурам.

Ключевые слова: цитрусовые, отдаленные гибриды, хлорофилл, каротиноиды, адаптивность.

R.V. Kulyan, *PhD in Agricultural sciences*O.G. Belous, *Grand PhD in Biological sciences*N.B. Platonova, *researcher*

FRC «Subtropical Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences» RF, 354002, g. Sochi, ul. Yana Fabritsiusa, 2/28 E-mail: supk-kulyan@vniisubtrop.ru

A DISTANT CITRUS HYBRIDS ASSIMILATORY APPARATUS AS A NONSPECIFIC RESISTANCE MECHANISM ELEMENT

The humid subtropics of the Krasnodar Territory are a zone of risky citrus growing, which is associated with lower temperatures in winter. Critical temperatures (from minus 7 to -12° C) lead to damage or death of plants, as well as high summer temperatures that affect productivity. Therefore, the creation of distant hybrids and the selection of the most adaptive genotypes to growing conditions is an important element of the breeding process. The most resistant relative of citrus crops is Poncirus trifoliate (L.) Raf., were carry physiologicalbiochemical and anatomical-morphological researchesof these hybrid forms and their parents and were dentified the most resistant to hydrothermal factors (19; 019-1; 019-2 and 019-A-1), which are carriers of adaptability signs and represent valuable material for practical selection. The degree of plant adaptability to growing conditions is closely connected with the content of chlorophylls and carotenoids, which are a nonspecific plant defense mechanism against abiotic stressors. During the vegetational season, the total chlorophyll content varied from minimum in February (1.47 mg/g in Citrus sinensis 'Valencia') to maximum in October (4.29 mg/g in interspecific hybrid 019-1 from a combination of crossing Fortunella × C. trifoliata). From February till October, observed an active synthesis of green pigments in the hybrid form 019-A; accumulation of the amount of chlorophyll marked in the autumn period (October) by forms 019-A-1 and 019-2, a significant decrease in the level of chlorophyll observed in June in forms 19; 019-1 these forms in the accumulation of the green group of pigments are manifested to a greater extent by the combination of the features of Fortunella – C. trifoliata, from these it can be proposed that they are resistant to hydrothermal conditions during the period. Analysis of the dynamics of Σ chlorofillov Σ carotenoids allowed to mark forms 019-A and 019-A-1 with high rates of 5.31–4.64 mg/g wet weight, which suggests their resistance to high summer temperatures. **Key words:** citrus fruits, distant hybrids, chlorophyll, carotenoids, adaptability.

Согласно статистике ФАО, мировые площади под цитрусовыми в 2019 году составили 9,73 млн га с урожаем более 146,15 млн т, большая часть которого была получена в Бразилии, Китае, США, Индии,

Мексике, Египте, Аргентине и странах Европейского союза. [11]

Культивирование цитрусовых сопряжено с множеством неблагоприятных факторов окружающей

^{*} Работа выполнена в рамках государственного задания ФИЦ СНЦ РАН № 0492-2021-0009; № 0492-2021-0007/ The work was carried out within the framework of the state assignment of FRC SSC RAS № 0492-2021-0009; № 0492-2021-0007.

среды, включая биотические и абиотические стрессы. Способы защиты многообразны – морфологические, физиологические, биохимические и другие. Негативное воздействие окружающей среды помогают преодолевать приобретенные свойства. [1, 8, 10, 13] Холод — один из основных факторов, отрицательно влияющих на выживание, рост и развитие цитрусовых растений. Влажные субтропики Краснодарского края – зона рискованного цитрусоводства, что обусловлено частыми понижениями температуры в зимний период. Критические температуры ведут к повреждению и гибели растений, снижению продуктивности, что делает актуальной селекцию на зимостойкость. Цитрусовые культуры, имея субтропическое происхождение, при воздействии низких температур переживают состояние стресса, в связи с чем, повышение устойчивости к холоду – важная цель селекционной программы. Самый морозоустойчивый сородич цитрусовых культур, выдерживающий понижение температуры до минус 25°C, — Poncirus trifoliata (L.) Raf. [5, 13] Но его широкое использование в целенаправленной гибридизации существенно затруднено из-за уникальных репродуктивных характеристик цитрусовых, включая полиэмбрионию, длительный ювенильный период, высокую степень гетерозиготности, а также мужскую и женскую стерильность. [4, 15]

Создание отдаленных гибридов и выделение на ранних этапах развития наиболее адаптивных к условиям выращивания генотипов — важный элемент селекционного процесса.

Устойчивость к регулярно проявляющимся неблагоприятным факторам внешней среды — обязательный признак для районированных сельскохозяйственных культур.

Цель работы — изучение анатомической структуры листового аппарата и динамики содержания фотосинтетических пигментов в листьях гибридных и исходных форм цитрусовых.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводили на базе коллекции цитрусовых культур в лаборатории селекции отдела генетических ресурсов растений и лаборатории физиологии и биохимии растений ФИЦ СНЦ РАН.

Изучали восемь форм цитрусовых — три исходные (*Citrus trifoliata, Fortunella Sw., Citrus sinensis*) и пять ранее выделенных перспективных гибридов (19, 019-1, 019-2, 019-А и 019-А-1), полученных от отдаленных скрещиваний с участием в качестве

опылителя *Poncirus trifoliata*. Для растений были созданы неконтролируемые условия (неотапливаемая теплица), в зимнее время температура воздуха понижалась в среднем до 10° С. В июле и августе температура достигала 31° С, при этом, растения притеняли нетканым материалом плотностью 15 г/м^2 .

От каждой формы с двухлетних побегов отбирали по 10 листьев, из которых извлекали пигменты 96%-м этанолом. Их концентрацию в экстракте зеленых листьев определяли на спектрофотометре Π 9-5400ВИ при длине волны для хлорофилла а -665 нм, b -649, суммы каротиноидов -440,5 нм. Количество пигментов находили по формулам Смита и Бенитеза в пересчете на сырую массу. [9]

Анатомические особенности образцов изучали по толщине листовой пластинки, длине междоузлий, наличию колючек и т. д. [3]

РЕЗУЛЬТАТЫ

Изменение климата влияет на адаптивность многих сортов цитрусовых культур, в том числе засухоустойчивость и зимостойкость.

В результате отдаленных скрещиваний с использованием в качестве отцовской формы Poncirus trifoliata получены гибридные растения и выделены наиболее перспективные для их дальнейшего применения. У гибридных форм обнаружен целый ряд измененных фенотипических характеристик и других отклонений, растения унаследовали спектр потенциальных приспособлений для борьбы с неблагоприятными условиями (листопадность, колючесть, короткие междоузлия). В процессе анатомоморфологических исследований листовой пластинки были обнаружены новые свойства, позволяющие уже на ранних этапах развития определить более адаптивные формы (табл. 1).

Максимальная толщина (0,312 мм) листовой пластинки отмечена у гибрида 019-2 от комбинации скрещивания Fortunella P. trifoliata. Толстая и более грубая текстура листьев говорит об их долголетии и большой устойчивости к воздействию биотических агентов. Тонкие листья (0,254...0,262 мм) были у гибридов с участием в качестве материнской формы Valensia. Наличие колючек на побегах у полулистопадных форм 19, 019-1 и 019-2 предполагает их зимостойкость и засухоустойчивость.

Ростовые и репродуктивные процессы зависят от физиолого-биохимических характеристик ассимилирующих органов, которые чувствительны к изме-

Таблица 1.

Анатомо-морфологические показатели отдаленных гибридов по сравнению с исходными формами

Форма	Происхождение	Листовая пластинка	Толщина, мм	Листопадность	Длина междоузлий, см	Наличие колючек
Citrus trifoliata	Poncirus trifoliata	Трехлистная	0,119±0,006	+	4,8±0,5	+
Fortunella Sw	F. margarita	Однолистная	0,301±0,006	-	2,6±0,3	_
Citrus sinensis	cv. Valensia	То же	$0,270\pm0,007$	_	5,2±0,5	+
19		Двух-трехлистная	$0,308\pm0,008$	Частично	3,6±0,3	+
019-1	Fortunella \times P.trifoliata	То же	$0,305\pm0,008$	Частично	3,64±0,5	+
019-2			0,312±0,007	Частично	2,6±0,3	+
019-A	cv. Valensia		0,254±0,008	_	$7,6\pm0,6$	_
019-A-1	×P.trifoliata		0,262±0,005	Частично	6,6±0,4	_

нениям окружающей среды и служат индикатором при ранней диагностике состояния растений. [1, 7]

Степень адаптивности растений к условиям выращивания тесно связана с содержанием хлорофиллов и каротиноидов. [6, 10] Сумма хлорофиллов в листьях — индикатор оптимального состояния растений. [14, 15] Отношение хлорофилла a/b — показатель теневыносливости растений, а суммы хлорофиллов к каротиноидам — физиологического состояния. Количество каротиноидов увеличивается у растений, перенесших стресс или устойчивых к нему. [2, 10, 12]

Содержание хлорофилла по мере физиологического развития листа растет, а затем уменьшается в процессе его старения. В течение периода вегетации сумма хлорофиллов изменялась от минимума в феврале (1,47 мг/г у *Citrus sinensis* Valencia) до максимума в октябре (4,29 мг/г у межвидового гибрида 019-1 от комбинации скрещивания *Fortunella* \times *C. trifoliata*) (рис. 1, 3-я стр. обл.).

Так как лист цитрусовых, как у всех вечнозеленых растений, живет длительное время (около 3 лет), нам не удалось зафиксировать снижение роста, связанное со старением листа. Дальнейшие наблюдения дадут возможность проследить полный цикл изменений количества зеленых пигментов у изучаемых растений.

Все растения по накоплению хлорофилла можно разделить на три группы: в первой активный синтез зеленых пигментов отмечен с февраля по октябрь; второй — к осеннему периоду (октябрь); третьей — уровень хлорофилла значительно снижается в июне. По результатам анализа генотипических характеристик у растений из третьей группы в накоплении зеленых пигментов в большей степени проявляется сочетание особенностей Fortunella — C. trifoliata, что приостанавливает синтез хлорофиллов в стрессовый по гидротермическим условиям период.

Каротиноиды — одна из составляющих многокомпонентной антиоксидантной системы. Они играют важную роль в защите фотосинтетического аппарата, обеспечивая толерантность растений к различным стрессовым факторам. [6, 8] Показатель содержания каротиноидов в листьях используют в селекционной практике как тест для характеристики адаптационных реакций растений при эколого-биохимическом мониторинге фито- и агроценозов. [7]

Количество каротиноидов в листьях родительских форм за вегетацию колебалось незначительно (0,46...0,53 мг/г), в зимнее время его рост отмечен у *P. trifoliata* до 0,81 мг/г, что связано с генетически обусловленными адаптивными способностями (рис. 2, 3-я стр. обл.).

Реакция генотипа гибридов 19, 019-1, 019-2 и 019-A-1 проявляется в сходном ответе растений на условия вегетации — более высокий синтез каротиноидов в листьях.

Один из информативных показателей, характеризующий работу фотосинтетического аппарата — отношение хлорофилла a к хлорофиллу b (Ca/Cb). У всех форм он в пределах нормы (2,2...3,0), несколько ниже — у 019-1, менее стабилен у *Citrus sinensis* (V = 28%), что предполагает пластичность данной формы в отношении факторов среды. Невысокая вариабельность (V = 1...10%) у 019-2,

Таблица 2. Характеристика фотосинтетического аппарата отдаленных гибридов по сравнению с исходными формами

Форма	Ca/Cb, мг/г сырой массы	V, %	Σ хлор./Σ кар., мг/г сырой массы	V, %
P. trifoliata	2,39±0,24	10	4,39±0,95	22
Fortunella Sw.	$2,49\pm0,06$	2	4,93±0,16	3
Citrus sinensis	3,04±0,84	28	4,56±0,53	12
19	2,06±0,30	14	4,01±0,78	19
019-1	1,94±0,16	8	4,55±0,59	13
019-2	2,13±0,01	1	4,23±0,58	14
019-A	2,37±0,27	12	5,31±1,14	21
019-A-1	2,44±0,17	7	4,64±0,70	15
HCP _{0,05}	0,59	-	0,91	-

Fortunella Sw., 019-A-1, 019-1 и *C. trifoliata* указывает на их достаточную адаптивность (табл. 2).

Отношение суммы хлорофиллов к каротиноидам (Σ хлор./ Σ кар.) играет не менее важную роль при характеристике работы фотосинтетического аппарата. Нами установлено, что это соотношение очень чутко реагирует на изменения гидротермических факторов (V = 12...22~%). В зимний период (февраль) показатель уменьшается, что свидетельствует о снижении светособирающей функции пигментного комплекса под воздействием термических стрессоров. У форм 019-A и 019-A-1 соотношение хлор./ кар. — 5,31...4,64 мг/г сырой массы, что предполагает большую устойчивость к высоким летним температурам.

Таким образом, проведенные физиолого-биохимические и анатомо-морфологические исследования отдаленных гибридных форм и их родителей выявили наиболее устойчивые к гидротермическим факторам образцы. Для практической селекции в качестве носителей признаков адаптивности рекомендованы полулистопадные формы 19, 019-1, 019-2 и 019-A-1, у которых в большей степени проявляется генотип *P. trifoliata*. Поскольку содержание пигментов и их состояние в листьях связаны с продуктивностью и устойчивостью растений к стрессовым воздействиям, исследование пигментного комплекса — необходимый компонент оценки селекционного материала.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- Белоус, О.Г. Устойчивость пигментов листьев чая к дефициту влаги и повышенным температурам / О.Г. Белоус // Вестник РАСХН. 2008. № 5. С. 44–46.
- 2. Гетко, Н.В. Пигментный фонд листьев Citrus × aurantium L. в оранжерейной культуре / Н.В. Гетко, Е.В. Атесленко, Т.С. Бачище, Л.Ф. Кабашникова // Международный научно-исследовательский журнал. 2019. № 8-1 (86). С. 57—61.
- Киселева, Г.К. Анатомо-морфологическая оценка адаптивного потенциала сортов плодовых культур и винограда / Г.К. Киселева // Современные методологические аспекты организации селекционного процесса в садоводстве и виноградарстве. – Краснодар: СКЗНИИСиВ, 2012. – С. 199–205.
- Кулян, Р.В. Генетическое разнообразие цитрусовых растений по селекционно-значимым признакам / Р.В. Кулян // Вестник российской сельскохозяйствен-

- ной науки. -2020. -№ 3. C. 47–51. https://doi.org/10.30850/vrsn/2020/3/47-51.
- Кулян, Р.В. Перспективы использования отдаленных скрещиваний в селекции цитрусовых культур / Р.В. Кулян // Вестник российской сельскохозяйственной науки. — 2019. — № 4. — С. 46—49. https://doi.org/10.30850/ vrsn/2019/4/46-49.
- Ладыгин, В.Г. Современные представления о функциональной роли каротиноидов в хлоропластах эукариот / В.Г. Ладыгин, Г.Н. Ширшикова // Журнал общей биологии. – 2006. – Т. 67. – С. 163–189.
- Платонова, Н.Б. Фотосинтетические пигменты, как элемент формирования адаптивности растений чая / Н.Б. Платонова, О.Г. Белоус // Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. Биология. Химия. – 2019. – Т. 5. – № 3.
- Таран, Н.Ю. Каротиноиды фотосинтетических тканей в условиях засухи / Н.Ю. Таран //Физиология и биохимия культурных растений. — 1999. — № 6. — С. 415–422.
- 9. Шлык, А. А. Определение хлорофиллов и каротиноидов в экстрактах зеленых листьев. В кн.: Биохимические методы в физиологии растений/А.А. Шлык. — М.: Наука, 1971. — С. 154—170.
- Chen, C. (2015) Pigments in Citrus. In: Chen C. (eds) Pigments in Fruits and Vegetables./C. Chen, A. Lo Piero, F. Gmitter// Springer, New York, NY. https://doi.org/10.1007/978-1-4939-2356-4
- 11. FAO. Faostat: Citrus fruits, oranges, lemon, total, production quantity (tons) for all countries. 2020. [Electronic resource]. Mode access: http://faostat.fao.org Дата доступа 20.04.2020.
- Sahin-çevik, M. Identification and expression analysis of early cold-induced genes from cold-hardy citrus relative Poncirus trifoliata / M. Sahin-çevik // Raf. Gene. 2013. – 512(2):536-45. https://doi.org/10.1016/j.gene.2012.09.084.
- 13. Santini, J. Physiological and biochemical response to photo-oxidative stress of the fundamental citrus species / J. Santini, J. Giannettini, S. Herbette et al. // Scientia Horticulturae. 2012. 147. P. 126–135.
- 14. Xu, Q. The draft genome of sweet orange (Citrus sinensis) / Q. Xu, LL. Chen, X. Ruan, et al. // Nat Genet. 2013. № 45. C. 59–66 https://doi.org/10.1038/ng.2472.
- 15. Zhong, Z.F. Effects of leaf colorness, pigment contents and allelochemicals on the orientation of the Asian citrus psyllid among four Rutaceae host plants / Z.F. Zhong, X.J. Zhou, J.B. Lin et al. // BMC Plant Biol. -2019. -Ne 19. -C. 254. https://doi.org/10.1186/s12870-019-1818-7.

LIST OF SOURCES

- 1. Belous, O.G. Ustojchivost' pigmentov list'ev chaya k deficitu vlagi i povyshennym temperaturam / O.G. Belous // Vestnik RASKHN. -2008. N 5. S. 44-46.
- Getko, N.V. Pigmentnyj fond list'ev Citrus × aurantium L. v oranzherejnoj kul'ture / N.V. Getko, E.V. Ateslenko, T.S. Bachishche, L.F. Kabashnikova // Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal. – 2019. – № 8-1 (86). – S. 57–61.

- Kiseleva, G.K. Anatomo-morfologicheskaya ocenka adaptivnogo potenciala sortov plodovyh kul'tur i vinograda / G.K. Kiseleva // Sovremennye metodologicheskie aspekty organizacii selekcionnogo processa v sadovodstve i vinogradarstve. – Krasnodar: SKZNIISiV, 2012. – S. 199– 205.
- Kulyan, R.V. Geneticheskoe raznoobrazie citrusovyh rastenij po selekcionno-znachimym priznakam / R.V. Kulyan // Vestnik rossijskoj sel'skohozyajstvennoj nauki. 2020. № 3. S. 47–51. https://doi.org/10.30850/vrsn/2020/3/47-51.
- Kulyan, R.V. Perspektivy ispol'zovaniya otdalennyh skreshchivanij v selekcii citrusovyh kul'tur / R.V. Kulyan // Vestnik rossijskoj sel'skohozyajstvennoj nauki. 2019. № 4. S. 46–49. https://doi.org/10.30850/vrsn/2019/4/46-49.
- Ladygin, V.G. Sovremennye predstavleniya o funkcional'noj roli karotinoidov v hloroplastah eukariot / V.G. Ladygin, G.N. Shirshikova // Zhurnal obshchej biologii. – 2006. – T. 67. – S. 163–189.
- Platonova, N.B. Fotosinteticheskie pigmenty, kak element formirovaniya adaptivnosti rastenij chaya / N.B. Platonova, O.G. Belous // Uchenye zapiski Krymskogo federal'nogo universiteta imeni VI Vernadskogo. Biologiya. Himiya. – 2019. – T. 5. – №. 3.
- Taran, N.Yu. Karotinoidy fotosinteticheskih tkanej v usloviyah zasuhi / N.Yu. Taran //Fiziologiya i biohimiya kul'turnyh rastenij. 1999. № 6. S. 415–422.
- Shlyk, A. A. Opredelenie hlorofillov i karotinoidov v ekstraktah zelenyh list'ev. V kn.: Biohimicheskie metody v fiziologii rastenij/A.A. Shlyk. M.: Nauka, 1971. S. 154–170.
- Chen, C. (2015) Pigments in Citrus. In: Chen C. (eds) Pigments in Fruits and Vegetables. / C. Chen, A. Lo Piero, F. Gmitter // Springer, New York, NY. https://doi. org/10.1007/978-1-4939-2356-4_8.
- FAO. Faostat: Citrus fruits, oranges, lemon, total, production quantity (tons) for all countries. 2020. [Electronic resource]. Mode access: http://faostat.fao.org Data dostupa 20.04.2020.
- 12. Sahin-çevik, M. Identification and expression analysis of early cold-induced genes from cold-hardy citrus relative Poncirus trifoliata / M. Sahin-çevik // Raf. Gene. 2013. 512(2):536-45. https://doi.org/10.1016/j.gene.2012.09.084.
- Santini, J. Physiological and biochemical response to photo-oxidative stress of the fundamental citrus species / J. Santini, J. Giannettini, S. Herbette et al. // Scientia Horticulturae. – 2012. – 147. – P. 126–135.
- 14. Xu, Q. The draft genome of sweet orange (Citrus sinensis) / Q. Xu, LL. Chen, X. Ruan, et al. // Nat Genet. $-2013. N_{\odot} 45. S. 59-66$. https://doi.org/10.1038/ng.2472.
- 15. Zhong, Z.F. Effects of leaf colorness, pigment contents and allelochemicals on the orientation of the Asian citrus psyllid among four Rutaceae host plants / Z.F. Zhong, X.J. Zhou, J.B. Lin, et al. // BMC Plant Biol. − 2019. − № 19. − S. 254. https://doi.org/10.1186/s12870-019-1818-7.

DOI: 10.30850/vrsn/2021/5/33-37

А.А. Жданова, *кандидат сельскохозяйственных наук* М.Б. Кочнева

Камчатский научно-исследовательский институт сельского хозяйства РФ, 684033, Камчатский край, Елизовский р-н, с. Сосновка, ул. Центральная, 4 E-mail: Khasbiullina@kamniish.ru

УДК 633.352.1:631.524.85

АНАЛИЗ ПОТЕНЦИАЛА АДАПТИВНОСТИ СОРТОВ ВИКИ ПОСЕВНОЙ ПО УРОЖАЙНОСТИ ЗЕЛЕНОЙ МАССЫ В УСЛОВИЯХ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЗОНЫ КАМЧАТСКОГО КРАЯ

Представлены результаты четырехлетнего коллекционного изучения перспективных для районирования сортов вики посевной яровой Vicia sativa L. в юго-восточной зоне Камчатского края по статистическим параметрам. Цель исследования — выявление стрессоустойчивых, экологически пластичных, стабильных и адаптивных сортов вики посевной рассчитанных по урожайности зеленой массы. Опытное поле Камчатского НИИСХ расположено в области тихоокеанского влияния с холодным летом без сухого сезона. Гидротермические условия в периоды формирования зеленой массы за 2014-2017 годы характеризовались избыточной увлажненностью (ГТК = 2,0-4,6). Индекс среды варьировал от -12,08 до 13,2. Корреляционный анализ выявил прямую взаимосвязь суммарной урожайности от суммы активных температур (r = 0,9). Определена обратная корреляция индекса условий среды и ГТК увлажненности (r = -0,79). Среднесортовая урожайность зеленой массы за четыре года — 18,7 т/га, уровень средней урожайности — 10,0-26,8 т/га, лимитные значения варьировали от 5,5 до 34 т/га. Изучено 18 сортов вики посевной яровой, пять из которых выделено для возделывания в регионе: Людмила ($Y_{cp} = 26,8$ т/га), Юбилейная 110 (25,5), Узуновская 91 (22,8), 72 таёжная (21,8) и районированный сорт Луговская 201,80 т/га), способных давать стабильную урожайность в благоприятных и экстремальных условиях.

Ключевые слова: вика посевная яровая, Vicia sativa L., сорт, урожайность, индекс условий среды, стрессоустойчивость, экологическая пластичность, стабильность, адаптивность, Камчатский край.

A.A. Zhdanova, *PhD in Agricultural sciences* M.B. Kochneva

Kamchatka Research Institute of Agriculture RF, 684033, Kamchatskij kraj, Elizovskij r-n, s. Sosnovka, ul. Central'naya, 4 E-mail: Khasbiullina@kamniish.ru

AN ADAPTABILITY POTENTIAL ANALYSIS OF THE VICIA SATIVA VARIETIES ON THE GREEN MASS YIELD IN THE SOUTH EASTERN ZONE OF THE KAMCHATKA TERRITORY CONDITIONS

The article presents the results of a four-year collection study of promising varieties of spring-sown vetch, Vicia sativa L., for zoning in the conditions of the south-eastern zone of the Kamchatka Territory according to statistical parameters. The aim of the study was to identify stress-resistant, environmentally plastic, stable and adaptive varieties of vetch seed calculated by the yield of green mass. The experimental field of the Kamchatka Research Institute of Agriculture is located in the area of the Pacific influence with a cold summer without a dry season. Hydrothermal conditions during the periods of green mass formation in 2014–2017 were characterized by excessive moisture content, hydrothermal coefficient = 2.0-4.6. The environmental index ranged from -12.08 to 13.2. The correlation analysis revealed a direct relationship between the total yield and the sum of active temperatures, r = 0.9. An inverse correlation was determined between the environmental conditions index and the hydro-thermal coefficient, r = -0.79. The average annual yield of green mass for 4 years was 18.7 t/ha. The level of the average yield of green mass varied from 10.0 to 26.8 t/ha, the limit values varied within 5.5-34 t/ha. In the course of work, 18 varieties of spring vetch were studied, of which 5 valuable varieties were identified for cultivation in the region: Lyudmila (Ycp = 26.8 t/ha), Yubilejnaya 110 (25.5), Uzunovskaya 91 (22.8), Tayozhnaya (21.8) and the zoned variety Lugovskaya 85 (18.0 t/ha), capable of producing stable yields in favorable and extreme conditions.

Key words: spring vetch, Vicia sativa L., variety, yield, index of environmental conditions, stress resistance, ecological plasticity, stability, adaptability, Kamchatka Krai.

Животноводство — ведущая отрасль в сельском хозяйстве Камчатского края. Удельный вес продукции в хозяйствах всех категорий составляет 57,2 %, из них в сельхозорганизациях 85,2 %. Кормовые культуры занимают 87,6 % всей посевной площади. [7] Так как стоимость готовой продукции животноводства на 45...60 % зависит от стоимости кормов, важен подбор культур и их сортов, обладающих стабильной урожайностью и экономической рентабельностью. Интродукция высокоадаптивных сортов, обладающих стабильной продуктивностью — наиболее эффективное решение проблемы

неустойчивого полеводства, связанного с экстремальными климатическими условиями региона. В свою очередь повышение качества кормов сопровождается увеличением доли бобовых. Вика посевная яровая наиболее оптимальный компонент травосмесей, обладает ценными технологическими и высокими питательными свойствами, содержит 17,8...23,6 % белка в абсолютно сухом веществе. [1] Отличается высокими адаптивными качествами, о чем свидетельствует ареал ее распространения. [3] Культура улучшает почвенные показатели и вытесняет сорные растения, как азотсорбирующее, спо-

собствует повышению продуктивности компаньона по травосмеси. В Государственном реестре селекционных достижений РФ зарегистрирован 51 сорт вики посевной яровой, пять из которых (в реестре с 1989—1997 годов) допущены для возделывания в Дальневосточном регионе. [1]

При интродукции сортов особое внимание уделяется их адаптивным способностям и толерантности к абиотическим факторам. Сорта должны обладать высокой и стабильной продуктивностью, которая характеризуется: стрессоустойчивостью, экологической пластичностью, стабильностью, адаптивностью и другими критериями. Анализом данных показателей у культур рода Горошек (Vicia) и исследованием взаимодействия генотип × среда произрастания занимались многие ученые. [10-14] Специфические метеоусловия и эдафические факторы Камчатского полуострова ограничивают вегетационный период и предъявляют к сортам трудно сочетающиеся требования, что обусловливает необходимость изучения взаимодействия сорт × среда для расширения сортимента в регионе.

Цель работы — выделить стрессоустойчивые, экологически пластичные, стабильные и адаптивные сорта вики посевной яровой по урожайности зеленой массы в условиях юго-востока Камчатского края.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Коллекционные исследования проведены в 2014-2017 годах на опытном поле Камчатского НИИСХ. Территория относится к умеренному климатическому поясу, области тихоокеанского влияния, зоне избыточного увлажнения (по Алисову), вид климата Dfc- холодный без сухого сезона с холодным летом (по Кёппену). Почва охристая вулканическая, pH-5,0. Содержание подвижного фосфора и обменного калия -5 и 13,5 мг на 100 г почвы соответственно.

Изучали 18 сортов вики посевной яровой Vicia sativa L.: Ассорти, Белорозовая 109, Валентина, Вера, Елена, Луговская 24, Луговская 85, Луговская 98, Людмила, Немчиновская 72, Немчиновская 84, Немчиновская юбилейная, Орловская 91, Орловская 96, Спутница, Таёжная, Узуновская 91, Юбилейная 110 и районированный сорт Луговская 85.

Согласно общепринятой системе земледелия Камчатского края посев проводили во II-й декаде июня рядовым способом с междурядьями 15 см. [9] Делянки площадью 2 м² с последовательным размещением, норма высева – 120 кг/га. Под посев вносили минеральные удобрения из расчета (NPK)₆₀, в начале отрастания проводили подкормку $(PK)_{60}^{00}$. Урожайность учитывали в фазе стручкования (І-я декада сентября) скашиванием и взвешиванием зеленой массы. Фенологические наблюдения, оценки и учеты выполняли согласно методическим указаниям ВНИИ кормов. [6] Рассчитывали гидротермический коэффициент увлажнения по Г.Т. Селянинову [8], индекс среды, экологическую пластичность и стабильность - по модели S.A. Eberhart и W.A. Russell в изложении В.А. Зыкина и др. [5] Стрессоустойчивость сортов определяли по A.A. Rossielle и J. Hamblin в изложении A.A. Гончаренко, коэффициент адаптивности – по методу Л.А. Животкова. [2, 4] Учитываемый признак – урожайность зеленой массы.

Наиболее благоприятным был 2014 год, сумма активных температур (ΣAT) за июнь-сентябрь – 130 % статистической нормы (1092°C), осадков выпало наименьшее количество за период исследований – 76,5 % среднемноголетних значений (369 мм). В 2015 году режим теплообеспечения был близок к среднемноголетнему ($\Sigma AT > 10^{\circ}C$ – 1094°С), осадков выпало 136,1 % нормы – максимально много за период наблюдений. За вегетацию 2016 года превышение было и по Σ AT (122,3 %) и количеству осадков (133,2 %). В большей степени 2017 год соответствовал среднемноголетним значениям, при Σ AT = 104,5 % осадки составили 118 %нормы. Средняя многолетняя продолжительность солнечного сияния (ПСС) - 734 ч. За вегетацию 2014 года ПСС – 733 ч; в 2015 – 553 (наименьшее значение); 2016 - 768, 2017 - 740 ч (рис. 1).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Для эффективного выбора сорта важно знать его адаптивные свойства в определенной почвенно-климатической зоне. Максимальная суммарная урожайность (361 т/га) получена в 2014 году, минимальная (315,5 т/га) в 2017, разница — 12,6 %.

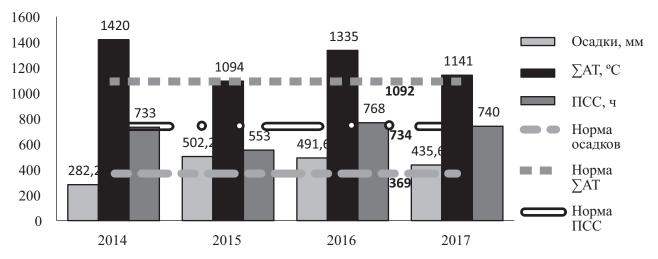


Рис. 1. Гидротермические условия за периоды вегетации 2014-2017 годов.

Таблица 1. ГТК, индекс среды и урожайность вики посевной за 2014—2017 годы

Показатель	2014	2015	2016	2017
ГТК	2,0	4,6	3,7	3,8
Суммарная урожайность ∑Үіј т/га	361	329	343,5	315,5
Среднесортовая урожайность Үј т/га	20,1	18,3	19,1	17,5
Индекс условий среды Ij	13,2	-4,58	3,47	-12,08

Метод экологической оценки Еберхарта и Рассела получил широкое распространение среди мирового ученого сообщества благодаря своей простоте и универсальности. [10, 13, 14] Он основан на расчете параметров: индекс условий среды (Іј); коэффициент линейной регрессии (bi), характеризующий экологическую пластичность на генетическом уровне; дисперсия ($\mathbf{6}^2_{\mathrm{d}}$), определяющая стабильность реализации фенотипических признаков. [5]

Наиболее благоприятные условия для вегетации сложились в 2014 и 2016 годах, Ij = 13,2 и 3,47 соответственно, отрицательные значения индекса за 2015 и 2017 годы (-4,58 и -12,08) свидетельствуют о менее благоприятных условиях среды (табл. 1).

Гидротермический коэффициент (ГТК) Селянинова характеризует уровень влагообеспеченности: за вегетацию 2014 года он составил 2,0 (минимальное значение), 2015-4,6; 2016-3,7; 2017-3,8. Из расчетов по среднемноголетним данным метеослужбы статистическая норма ГТК = 3,4- высокое значение для данного параметра.

Корреляционный анализ выявил обратную взаимосвязь суммарной урожайности (Σ Yij) от ГТК при коэффициенте корреляции (r = -0.79) и количестве осадков (r = -0.65). Выражена прямая зависимость Σ Yij от Σ AT при r = 0.9 — урожайность значительно

повышалась при увеличении суммы активных температур. Определена обратная корреляция Іј и ГТК (r = -0.79) — условия произрастания улучшались при снижении увлажненности.

Отмечено превышение средней урожайности $(Y_1 = 10,0...26,8 \text{ т/га})$ над среднесортовой $(Y_2 = 18,7 \text{ т/га})$ у 9 из 18 изучаемых сортов. Лимитные значения варьировали от 5,5 до 34,0 т/га. Наибольшая средняя продуктивность у сортов: Людмила (26,8 т/га), Юбилейная 110 (25,5), Узуновская 91 (22,8 т/га), наименьшая — Орловская 91, Луговская 24, Елена — 10,5...12,9 т/га (табл. 2). Урожайность районированного сорта Луговская 85 — 18,0 т/га.

Стрессоустойчивость $(Y_{min} - Y_{max})$ определяет амплитуду колебаний признака, ее проявили сорта *Таёжная*, *Орловская* 91, *Узуновская* 91, *Луговская* 85 и *Валентина* — от -3 до -7 т/га. Меньшая устойчивость к стрессу выявлена у *Елены*, *Юбилейной* 110, *Немчиновской* 84, *Людмилы*, *Ассорти*, *Орловской* 96 и *Луговской* 24 (-9... -12,5 т/га).

Экологически пластичными считаются сорта, коэффициент регрессии которых близок или равен единице (bi \approx 1). Наибольшую пластичность проявил сорт *Таёжная* (0,98), хорошей пластичностью отличились *Людмила*, *Орловская* 91, *Елена*, *Луговская* 85, *Узуновская* 91, *Вера* (0,81...1,22). Среди вышеперечисленных сортов большая стабильность выявлена у *Луговской* 85 ($G_d^2 = 14,6$), *Узуновской* 91 (121,4), *Таёжной* (154,0) и *Орловской* 91 (343,02).

К сортам интенсивного типа относят при bi >> 1, чем больше значение, тем выше отзывчивость на условия. По результатам в эту категорию попадают: Немчиновская юбилейная, Ассорти, Орловская 96, Белорозовая 109, Спутница и Валентина (1,44...2,12).

При bi << 1 сорт реагирует слабее на изменения условий среды. Из данных следует, что сорта

Урожайность и статистические параметры вики посевной за 2014—2017 годы

Урожайность, т/га Коэффициент Сорт Y_{min}-Y_{max} σ_{d}^{2} Y bi min... max KA, % Луговская 85 18,0 15...20 -5 1,21 96 14,6 Людмила 23...34 0,81 143 3389,4 26.8 -11Юбилейная 110 25,5 20...30 -100.54 137 2859,8 Узуновская 91 22,8 21...25 -4 1,21 121 121,4 Таёжная 21,8 20...23 -3 0,98 99 154,0 Немчиновская юбилейная 21,1 12...26 -141,44 113 5567,6 Немчиновская 72 21,0 16...30 -140,68 112 5699,0 Вера 20,1 10...30 -201,22 106 9232,8 Луговская 98 19,3 10...30 -20 0,06 104 7128,1 Белорозовая 109 18,8 10...26 -161,83 99 3463,6 Спутница 18,5 10...22 -171,96 98 6615,6 Валентина 18,3 14...21 -7 2,12 98 1178,5 Немчиновская 84 17,9 13...23,5 -10,50,58 96 1406,9 87 Accopmu 16,5 10...22 -121,62 1690,1 Орловская 96 16.0 10...22 -121,67 85 2719,1 Елена 12,9 10...19 _9 1,21 69 2068,8 5,5...18 -2,0569 Луговская 24 12,3 -12,54222.7 Орловская 91 10,0 8...12 -40,89 56 343,0 Среднесортовая 18,7 13,2...24,4

вики посевной Немчиновская 72, Немчиновская 84, Юбилейная 110, Луговская 98 и Луговская 24 подходят для использования на экстенсивном фоне (0,68...-2,05).

При коэффициенте адаптивности (КА) > 100 % сорт потенциально адаптивный (продуктивный). КА варьировал от 56 до 143 %. Из 18 изучаемых сортов у семи выявлено превышение 100 % порога: Людмила (143 %), Юбилейная 110 (137), Узуновская 91 (121), Немчиновская юбилейная (113), Немчиновская 72 (112), Вера (106) и Луговская 98 (104 %).

Таким образом, сорта вики посевной яровой отличались по уровню продуктивности и реакции на изменения среды. Гидротермические условия в периоды формирования зеленой массы 2014-2017 годов характеризовались избыточной увлажненностью (ГТК = 2,0...4,6). Корреляционный анализ выявил обратную зависимость индекса среды и ГТК (r = -0.79) — условия улучшались при снижении количества осадков. Наиболее урожайными, стрессоустойчивыми, экологически пластичными, стабильными и адаптивными за период изучения были сорта *Узуновская* 91 ($Y_{cp} = 22,8$ т/га), *Таёж-ная* (21,8) и районированный *Луговская* 85 (18,0 т/га), перемена внешних условий не влияла на их продуктивность. Максимальный уровень продуктивности, пластичности и адаптивности у сортов Людмила (26,8 т/га) и Юбилейная 110 (25,5 т/га). Отметим, что у сорта Орловская 91 высокие анализируемые показатели, но он имел минимальную урожайность по опыту — 10,0 т/га.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- 1. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т. 1. «Сорта растений» (официальное издание). М.: «Росинформагротех», 2020. 680 с.
- Гончаренко, А.А. Об адаптивности и экологической устойчивости сортов зерновых культур / А.А. Гончаренко // Вестник РАСХН. 2005. № 6. С. 49–53.
- Губанов, И.А. Иллюстрированный определитель растений Средней России. Т. 2. Покрытосеменные (двудольные: раздельнолепестные) / И.А. Губанов, К.В. Киселева, В.С. Новиков, В.Н. Тихомиров // 2-е изд., испр. и доп. М.: Т-во научных изданий КМК ИН-т технологических исследований, 2013. 665 с.: ил. 583.
- Животков, Л.А. Методика выявления потенциальной продуктивности и адаптивности сортов и селекционных форм озимой пшеницы по показателю урожайность / Л.А. Животков, З.А. Морозова, Л.И. Секутаева // Селекция и семеноводство. – 1994. – № 2. – С. 3–6.
- Зыкин, В.А. Параметры экологической пластичности сельскохозяйственных растений, их расчет и анализ: метод. рекомендации / В.А. Зыкин, В.В. Мешков, В.А. Сапега. ВАСХНИЛ, Сиб. отд-ние, СибНИИСХ. — Новосибирск, 1984. — 26 с.
- 6. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами / Ю.К. Новоселов, В.Н. Киреев, Г.П. Кутузов и др. М.: типография Россельхозакадемии, 1997. 156 с.
- 7. Регионы России. Основные характеристики субъектов Российской Федерации: Стат. сб. / Росстат. М., 2020. 766 с.
- 8. Селянинов, Г.Т. Методика сельскохозяйственной характеристики климата. В кн.: Мировой агроклима-

- тический справочник. Л. М.: Гидрометеоиздат , 1937.-428 с.
- Система земледелия Камчатского края. Сб. науч. тр. / Камчатский НИИСХ. [редколл.: Н.И. Ряховская, Г.П. Власенко, Е.В. Гордусенко, В.В. Гайнатулина]; – Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2015. – 252 с.
- Aniskov, N.I. Comparative assessment of plasticity, stability and homeostasis based on '1000 grain weight' in winter rye cultivars developed at VIR / N.I. Aniskov, I.V. Safonova // Proceedings on applied botany, genetics and breeding, 2020. – 181 (3). – 56–63. (In Russ.) – 10.30901/2227-8834-2020-3-56-63
- 11. Georgieva, N. Stability analysis for seed yield in vetch cultivars / N. Georgieva, V. Kosev // Emirates Journal of Food and Agriculture. 2015. 27 (12). 903–910.
- 12. Kosev, V. Ecological sustainability and stability of quantitative signs in vetch (Vicia villosa) varieties / V. Kosev, V. Vasileva // Indian Journal of Agricultural Sciences. 2019. 89 (7). 1108–1122. https://www.researchgate.net/publication/334611819_Ecological_sustainability_and_stability_of_quantitative_signs_in_vetch_Vicia_villosa_varieties.
- 13. Raj, R. Nirmal $G \times E$ interaction and Stability Analysis of Maize Hybrids Using Eberhart and Russell Model / R. Nirmal Raj // International Journal of Agriculture Environment and Biotechnology, 2019. -12(1). -10.30954/0974-1712.03.2019.1.
- Silva, G. Similarity networks for the classification of rice genotypes as to adaptability and stability / G. Silva, A.C. Da Junior,
 Santanna et al. // Pesquisa Agropecuária Brasileira, 2020. –
 1-8. 10.1590/s1678-3921.pab2020.v55.01017.

LIST OF SOURCES

- Gosudarstvennyj reestr selekcionnyh dostizhenij, dopushchennyh k ispol'zovaniyu. – T. 1. «Sorta rastenij» (oficial'noe izdanie). – M.: «Rosinformagrotekh», 2020. – 680 s.
- Goncharenko, A.A. Ob adaptivnosti i ekologicheskoj ustojchivosti sortov zernovyh kul'tur / A.A. Goncharenko // Vestnik RASKHN. – 2005. – № 6. – S. 49–53.
- Gubanov, I.A. Illyustrirovannyj opredelitel' rastenij Srednej Rossii. – T. 2. Pokrytosemennye (dvudol'nye: razdel'nolepestnye) / I.A. Gubanov, K.V. Kiseleva, V.S. Novikov, V.N. Tihomirov // 2-e izd., ispr. i dop. – M.: T-vo nauchnyh izdanij KMK IN-t tekhnologicheskih issledovanij, 2013. – 665 s.: il. 583.
- Zhivotkov, L.A. Metodika vyyavleniya potencial'noj produktivnosti i adaptivnosti sortov i selekcionnyh form ozimoj pshenicy po pokazatelyu urozhajnost' / L.A. Zhivotkov, Z.A. Morozova, L.I. Sekutaeva // Selekciya i semenovodstvo. 1994. № 2. S. 3–6.
- Zykin, V.A. Parametry ekologicheskoj plastichnosti sel'skohozyajstvennyh rastenij, ih raschet i analiz: metod. rekomendacii / V.A. Zykin, V.V. Meshkov, V.A. Sapega. VASKHNIL, Sib. otd-nie, SibNIISKH. – Novosibirsk, 1984. – 26 s.
- Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu polevyh opytov s kormovymi kul'turami / Yu.K. Novoselov, V.N. Kireev, G.P. Kutuzov i dr. – M.: tipografiya Rossel'hozakademii, 1997. – 156 s.
- 7. Regiony Rossii. Osnovnye harakteristiki sub"ektov Rossijskoj Federacii: Stat. sb. / Rosstat. M., 2020. 766 s.
- Selyaninov, G.T. Metodika sel'skohozyajstvennoj harakteristiki klimata. V kn.: Mirovoj agroklimaticheskij spravochnik. L. – M.: Gidrometeoizdat, 1937. – 428 s.
- Sistema zemledeliya Kamchatskogo kraya. Sb. nauch. tr. / Kamchatskij NIISKH. [redkoll.: N.I. Ryahovskaya,

- G.P. Vlasenko, E.V. Gordusenko, V.V. Gajnatulina]; -Petropavlovsk-Kamchatskij: Kamchatpress, 2015. – 252 s.
- 10. Aniskov, N.I. Comparative assessment of plasticity, stability and homeostasis based on '1000 grain weight' in winter rye cultivars developed at VIR / N.I. Aniskov, I.V. Safonova // Proceedings on applied botany, genetics and breeding, 2020. – 181 (3). - 56-63. (In Russ.) - 10.30901/2227-8834-2020-3-
- 11. Georgieva, N. Stability analysis for seed yield in vetch cultivars / N. Georgieva, V. Kosev // Emirates Journal of Food and Agriculture. -2015. -27(12) -903-910.
- 12. Kosev, V. Ecological sustainability and stability of quantitative signs in vetch (Vicia villosa) varieties / V. Kosev,
- V. Vasileva // Indian Journal of Agricultural Sciences. -2019. – 89 (7). – 1108–1122. https://www.researchgate.net/ publication/334611819 Ecological sustainability and stability of quantitative signs in vetch Vicia villosa varieties.
- 13. Raj, R. Nirmal $G \times E$ interaction and Stability Analysis of Maize Hybrids Using Eberhart and Russell Model / R. Nirmal Raj // International Journal of Agriculture Environment and Biotechnology, 2019. - 12(1). - 10.30954/0974-1712.03.2019.1.
- 14. Silva, G. Similarity networks for the classification of rice genotypes as to adaptability and stability / G. Silva, A.C. Da Junior, I. Santanna et al. // Pesquisa Agropecuária Brasileira, 2020. – 55. - 1-8. - 10.1590/s1678-3921.pab2020.v55.01017.

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК

объявляет конкурсы на соискание золотых медалей и премий имени выдающихся ученых, каждая присуждается в знаменательную дату, связанную с жизнью и деятельностью ученого, именем которого названа медаль или премия.

Золотые медали присуждаются за выдающиеся научные работы:

имени Г.Ф. Морозова — в области лесоведения, лесоводства, агролесомелиорации. Срок представления работ до 19 октября 2021 года.

имени А.Н. Костякова — в области гидротехнических мелиораций. Срок представления работ до 28 декабря 2021 года.

имени К.К. Гедройца — в области почвоведения и агрохимии. Срок представления работ до 6 января 2022 года.

имени Н.И. Вавилова — в области генетики, селекции и растениеводства. Срок представления работ до 26 августа 2022 года.

Премии присуждаются за выдающиеся работы:

имени К.А. Тимирязева — в области физиологии растений. Срок представления работ до 3 марта 2022 года.

имени В.Н. Сукачева — в области экологии. Срок представления работ до 7 марта 2022 года.

Л.И. Масалова, научный сотрудник О.Ю. Емельянова, кандидат биологических наук

Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур РФ, 302530, Орловская обл., Орловский р-н, д. Жилина E-mail: masalova@vniispk.ru

УДК 635.977:631.524.85:712

DOI: 10.30850/vrsn/2021/5/38-41

ПЕРСПЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДЕКОРАТИВНЫХ РАСТЕНИЙ РОДА *BERBERIS* В КУЛЬТУРНОЙ ДЕНДРОФЛОРЕ ОРЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Внедрение в культурную дендрофлору декоративных интродуцентов, способных произрастать в современных условиях, не теряющих свою декоративность за вегетационный период, на сегодняшний день особо актуальный вопрос. Объект исследования — пять интродуцентов рода Berberis семейства Berberidaceae из генофонда дендрария Всероссийского научно-исследовательского института селекции плодовых культур (ВНИИСПК). Выделены растения с хорошей зимостойкостью: Вerberis ottavensis f. purpurea, Berberis koreana. Высшим баллом по общему состоянию обладали следующие виды и формы: Berberis ottavensis f. purpurea, Berberis Thunbergii, Berberis Thunbergii сv. Golden Ring и Berberis koreana; по устойчивости к вредителям: Berberis Thunbergii cv. Golden Ring. Отличная и хорошая степень цветения и плодоношения у Berberis ottavensis f. purpurea, Berberis Thunbergii, Berberis Thunbergii cv. Golden Ring и Berberis koreana. Оценку перспективности определяли суммированием показателей, влияющих на адаптацию данных видов в новых условиях. Интродуценты были распределены по группам: весьма перспективные и перспективные. Выделено четыре наиболее устойчивых вида и форм перспективных плодовых многолетников: Berberis Thunbergii cv. Golden Ring, Berberis ottavensis f. purpurea, Berberis Thunbergii и Berberis koreana. Данные виды можно рекомендовать в культурную дендрофлору Орловской области.

Ключевые слова: генофонд, интродукция, дендрарий, оценка перспективности, древесные растения.

L.I. Masalova, researcher O.Yu. Emelyanova, PhD in Biological sciences

Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding RF, 302530, Orlovskaya obl., Orlovskij r-n, d. Zhilina E-mail: masalova@vniispk.ru

A PROSPECTS OF THE *BERBERIS* GENUS ORNAMENTAL PLANTS USING IN THE CULTURAL DENDROFLORA OF THE ORYOL REGION

The introduction of decorative introduced species, capable of growing in modern conditions, without losing their decorative effect during the entire growing season, into the cultural dendroflora is a particularly urgent issue today. Five introduced species of the genus Berberis of the family Berberidaceae were selected as objects of research from the gene pool of the Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding (VNIISPK) arboretum. Plants with good winter hardiness were identified: Berberis ottavensis f. purpurea, Berberis Thunbergii, Berberis Thunbergii cv. 'Golden Ring' and Berberis koreana. The following species and forms had the highest score in terms of general condition: Berberis ottavensis f. purpurea, Berberis Thunbergii, Berberis Thunbergii cv. 'Golden Ring' and Berberis koreana. Plants with the highest score for pest resistance were identified: Berberis Thunbergii cv. 'Golden Ring'. The forms as Berberis ottavensis f. purpurea, Berberis Thunbergii, Berberis Thunbergii cv. 'Golden Ring' u Berberis koreana had an excellent and good degree of flowering and fruiting. The assessment of the prospects was determined by summing up the indicators affecting the adaptation of these species in new conditions. Introducents were divided into groups of prospects and identified: very promising and promising. Four most resistant species and forms of promising fruit perennials of the genus Berberis have been identified: Berberis Thunbergii cv. 'Golden Ring', Berberis ottavensis f. purpurea, Berberis Thunbergii and Berberis koreana. These species can be recommended in the cultural dendroflora of Orel region.

Key words: gene pool, introduction, arboretum, perspective assessment, woody plants.

Одно из средств оздоровления городской среды — создание зеленых насаждений. Растения выполняют множество функций по очищению воздуха от вредных примесей и газов, обогащают воздух кислородом. Кроме этого, они играют важную роль в архитектуре городов, повышая художественный облик городских застроек.

В качестве посадочного материала предлагают растения-интродуценты, но их не так много. Поэтому важно внедрять новые виды и формы для декоративного садоводства. [1] Применение растений-интродуцентов, имеющих декоративные плоды, может быть одним из вариантов озеленения (парки, скверы, оформление архитектурных сооружений), так как их наличие продлевает период декоративности. [8] Не-

которые виды растений используют в качестве передвижного кадочного фонда для внутреннего озеленения жилых, общественных зданий и предприятий. [9] В задачи дендрариев и ботанических садов входит не только изучение, но и рекомендации по внедрению качественно нового ассортимента интродуцированных растений, способных произрастать при урбанизации. В коллекции дендрария ВНИИСПК более 300 видов, форм и сортов древесных растений, в том числе семейства *Berberidaceae* Juss. [4]

Цель исследований — выделить высокодекоративные, перспективные древесные интродуценты рода *Berberis* L. генофонда дендрария ВНИИСПК для рекомендации их в культурную дендрофлору нашего региона.

Таблица 1.

Описание объектов исследования

Pun	Высота растения,	Окраска листе	ВЫ	Цветки	Пропи
Вид	М	лето	осень	цветки	Плоды
Berberis ottavensis f. purpurea	до 23	Насыщенно пурпурная	Ярко-красная	Желтые с красной отметиной	Красные удлиненные, съедобные
Berberis Thunbergii	до 2,5	Сверху ярко-зеленая, снизу сизая	Ярко-красные	Желтые	Красные
Berberis Thunbergii cv. Golden Ring	до 2,5	Пурпурно-фиолетовая, по кромке листа идет золотисто-желтая кайма	Багряные оттенки	Желто-красные	Алого оттенка
Berberis Thunbergii. cv. Rose Glow	до 2	Пурпурная с темно-розовыми пятнами и полосками розоватого, белого и красноватого цвета	Оранжевая	Желтый цветок с внешними лепестками красноватого оттенка	Красные, несъедобные
Berberis koreana	до 2	Зеленая	От ярко-красной до пурпурно-красной	Желтые	Ярко-красные, съедобные

Декоративные качества не определяют введение растений в культуру, поэтому необходимо сравнить их по комплексу признаков, для выделения наиболее перспективных.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объект исследования — пять видов и сортов семейства Berberidaceae из генофонда дендрария ВНИИСПК: Berberis ottavensis f. purpurea Schneid (Северная Америка), Berberis Thunbergii DS, Berberis Thunbergii DS. cv. Golden Ring, Berberis Thunbergii DS. Rose Glow (Дальний Восток), Berberis koreana Palib. (Корейский полуостров).

В основном все растения рода *Berberis* ценятся своей декоративной листвой и плодами. Каждый из выбранных объектов по-своему уникален. Это листопадные кустарники с раскидистой кроной, в среднем высота составляет 2...2,5 м. Отличные медоносы, цветут в мае, плоды созревают осенью. По окраске листьев и характеру соцветий есть значительные отличия (табл. 1).

Декоративные качества не определяют введение растений в культуру, поэтому необходимо сравнить их по комплексу признаков, для выделения наиболее перспективных.

Зимостойкость определяли визуально в полевых условиях после завершения распускания почек по семибалльной шкале, где 1 - высший балл зимостойкости; общее состояние растений - по трехбалльной шкале А.Г. Головач [2], где 1 - лучшее состояние; степени цветения и плодоношения - по шестибалльной шкале А.Г. Головач [2], где 5 — высший балл; декоративность растений – по четырехбалльной шкале О.Ю. Емельяновой [3], где 4 — высший балл; устойчивости к болезням и вредителям – визуальными осмотрами с учетом влияния данного фактора на декоративность по трехбалльной шкале (0 - поражение (повреждение) отсутствует, <math>1 - присутствует без потери декоративности, 2 - с потерей декоративности). Объекты исследования оценивали с 2016 по 2020 год по модифицированной шкале Е.А. Кучинской [5] вычисляя коэффициент перспективности (Kn) по следующим показателям: зимостойкость (3), состояние (С), устойчивость к болезням (Б) и вредителям (В), цветение (Ц), плодоношение (Π), декоративность (\mathcal{I}).

$$Kn = 3+C+B+B+H+\Pi+J/42$$

Все показатели приводили к единой шестибалльной шкале, где наивысший балл означает высокую степень признака (табл. 2).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Оценка перспективности складывается из ряда факторов. Для ее определения необходимы следующие показатели: зимостойкость, общее состояние, оценка повреждаемости болезнями и вредителями, цветение, плодоношение и декоративность. Декоративные растения рода Berberis распределили по группам и выделили наиболее перспективные для использования в культурной дендрофлоре. Зимостойкость отражает возможность нормального роста и развития при интродукции. Среди объектов исследования хорошей зимостойкостью в условиях Средней полосы России обладают: Berberis ottavensis f. purpurea, Berberis Thunbergii, Berberis Thunbergii cv. Golden Ring и Berberis koreana (табл. 3). В отдельные годы цветочные почки повреждаются весенними возвратными заморозками у всех объектов исследования, но на декоративность в течение вегетационного периода это не влияет.

Общее состояние растений определяется в конце вегетационного периода и показывает насколько данный вид адаптируется в условиях, в которые его интродуцируют. С высшим баллом по общему состоянию были выявлены: Berberis ottavensis f. purpurea, Berberis Thunbergii, Berberis Thunbergii cv. Golden Ring и Berberis koreana.

Оценка повреждаемости болезнями и вредителями — важный показатель, влияющий на введение растений в культуру. В процессе исследований было выявлено, что все объекты обладают высокой устойчивостью к болезням и вредителям (табл. 3).

Оценка перспективности

Группа	Коэффициент
Весьма перспективные	0,9 1,0
Перспективные	0,8 0,9
Малоперспективные	0,70,8
Неперспективные	0,60,7

Таблица 2.

Таблица 3. Показатели оценки перспективности, приведенные к общей шестибалльной шкале

	Показатель оценки								
			устойчи	ІВОСТЬ К	C	тепен	Ь		
Вид		общее состояние	болезням	вредителям	цветения	плодоношения	декоративности		
Berberis ottavensis f. purpurea Schneid	6	6	5	5	5	5	5		
Berberis Thunbergii	6	6	5	5	5	5	5		
Berberis Thunbergii cv. Golden Ring	6	6	5	6	5	5	6		
Berberis Thunbergii cv. Rose Glow	5	5	5	5	4	4	5		
Berberis koreana	6	6	5	5	5	5	5		

В отдельные годы были обнаружены такие болезни, как мучнистая роса (*Phyllactinia berberidis* Palla. и *Microsphaera berberidis* (D.C.) Lev.) и ржавчина (*Puccinia graminis* Pers.), из вредителей — листовая барбарисовая галлица (*Perrisia berberidis* Kieff), которые не оказывали значительного влияния на декоративность.

Сроки, длительность и обильность цветения порой считают для декоративных растений самыми важными при создании красочных ландшафтных дизайнов. [6, 7] Среди объектов исследования нет представителей, отличающихся стабильным отличным цветением и плодоношением. В среднем степень их цветения оценивается как хорошая, а плодоношения — хорошая и удовлетворительная (табл. 3). Представители рода Berberis отличаются периодичностью плодоношения. По данным исследований отличная и хорошая степень цветения у Berberis ottavensis f. purpurea, Berberis Thunbergii, Berberis Thunbergii cv. Golden Ring и Berberis koreana.

Плодоношение — еще один немаловажный декоративный признак, который играет большую роль в

ландшафтном строительстве. Разнообразные по окраске и форме плоды долго сохраняются на побегах, усиливая декоративный эффект растения. Плоды барбариса продолговатые и удлиненные ягоды, с небольшим восковым налетом, цвет которых варьируется от ярко-красного до пурпурного и алого, созревают с августа до сентября и остаются на кустах до октября-ноября, что сохраняет декоративность растения после листопада. Отличная и хорошая степень плодоношения у Berberis ottavensis f. purpurea, Berberis Thunbergii, Berberis Thunbergii cv. Golden Ring и Berberis koreana (табл. 3).

Общая декоративность растений определяется совокупностью внешних признаков: размеры и форма кроны, строение и окраска листьев, плоды и многое другое. Наиболее высокий получили растения *Berberis Thunbergii* cv. *Golden Ring*.

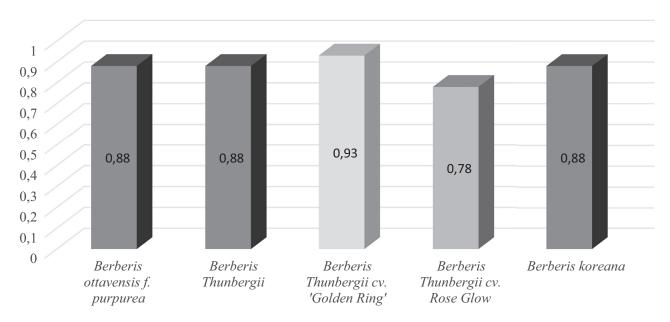
На основе данных, полученных при изучении комплекса показателей, проведена оценка перспективности объектов исследования (см. рисунок).

По результатам наших исследований весьма перспективные (Кп = 0,93) растения Berberis Thunbergii cv. Golden Ring. Перспективные (Кп = 0,8...0,9) — Berberis ottavensis f. purpurea, Berberis Thunbergii и Berberis koreana. Малоперспективные (Кп = 0,7...0,8) — Berberis Thunbergii cv. Rose Glow.

Таким образом, выделено четыре наиболее высоко декоративных, перспективных вида и формы древесных интродуцентов рода Berberis генофонда дендрария ВНИИСПК, которые можно рекомендовать в культурную дендрофлору Орловской области: Berberis Thunbergii cv. Golden Ring, Berberis ottavensis f. purpurea, Berberis Thunbergii и Berberis koreana. Данные интродуценты показали лучшие результаты по проведенному анализу перспективности.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Бабич, Н.А. Интродуценты в зеленом строительстве северных городов: монография / Н.А. Бабич, О.С. Залывская, Г.И. Травникова // Архангельск: Архангельский ГТУ, 2008. — 144 с.



Оценка перспективности растений рода Berberis.

- Головач, А.Г. Деревья, кустарники и лианы ботанического сада БИН АН СССР / А.Г. Головач. Л.: Наука, 1980. 188 с.
- 3. Емельянова, О.Ю. К методике комплексной оценки декоративности древесных растений / О.Ю. Емельянова // Современное садоводство Contemporary horticulture. 2016. № 3 (19). С. 54—74. UR http://journal.vniispk.ru/pdf/2016/3/38.pdf.
- Емельянова, О.Ю. Эколого-биологические особенности видов хвойных растений рода Рісеа при оценке перспективности их распространения в Орловской области / О.Ю. Емельянова, М.Ф. Цой, Л.И. Масалова и др.// Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2020. № 3. С. 30–34.
- Кучинская, Е.А. Эколого-биологические особенности голосеменных интродуцентов населенных пунктов Адыгеи: 03.00.16 «Экология»: автореф. дис.... канд. биол. наук / Е.А. Кучинская. — Ростов-на-Дону, 2006. — 23 с.
- 6. Мартынов, Л.Г. Цветение и плодоношение древесных растений, интродуцированных в условиях таежной зоны (на примере Ботанического сада института биологии Коми научного центра) / Л.Г. Мартынов // Известия Коми научного центра УрО РАН. № 1 (37). Сыктывкар, 2019. cyberleninka.ru.
- Масалова, Л.И. Анализ сроков цветения декоративных древесных интродуцентов генофонда ВНИИСПК / Л.И. Масалова А.Н. Фирсов, О.Ю. Емельянова // Актуальные проблемы лесного комплекса. 2017. № 47. С. 189—192.
- Масалова, Л.И. Перспективность использования североамериканских плодовых растений в садоводстве ЦЧР России / Л.И. Масалова // Селекция и сорторазведение садовых культур. 2020. Т. 7. № 1–2. С. 102–105.
- Плодовые растения в городском озеленении. Филимонова К.Г. В сб.: новая наука: история становления, современное состояние, перспективы развития. Сб. статей Межд. науч.-практ. конф. 2019. С. 34–39.

LIST OF SOURCES

- Babich, N.A. Introducenty v zelenom stroitel'stve severnyh gorodov: monografiya / N.A. Babich, O.S. Zalyvskaya, G.I. Travnikova // Arhangel'sk: Arhangel'skij GTU, 2008. – 144 s.
- Golovach, A.G. Derev'ya, kustarniki i liany botanicheskogo sada BIN AN SSSR / A.G. Golovach. – L.: Nauka, 1980. – 188 s.
- 3. Emel'yanova, O.Yu. K metodike kompleksnoj ocenki dekorativnosti drevesnyh rastenij / O.Yu. Emel'yanova // Sovremennoe sadovodstvo Contemporary horticulture. 2016. № 3 (19). S. 54–74. UR http://journal.vniispk.ru/pdf/2016/3/38.pdf.
- Emel'yanova, O.Yu. Ekologo-biologicheskie osobennosti vidov hvojnyh rastenij roda Picea pri ocenke perspektivnosti ih rasprostraneniya v Orlovskoj oblasti / O.Yu. Emel'yanova, M.F. Coj, L.I. Masalova i dr.// Vestnik rossijskoj sel'skohozyajstvennoj nauki. – 2020. – № 3. – S. 30–34.
- Kuchinskaya, E.A. Ekologo-biologicheskie osobennosti golosemennyh introducentov naselyonnyh punktov Adygei: 03.00.16 «Ekologiya»: avtoref. dis....kand. biol. nauk / E.A. Kuchinskaya. – Rostov-na-Donu, 2006. – 23 s.
- 6. Martynov, L.G. Cvetenie i plodonoshenie drevesnyh rastenij, introducirovannyh v usloviyah taezhnoj zony (na primere Botanicheskogo sada instituta biologii Komi nauchnogo centra) / L.G. Martynov // Izvestiya Komi nauchnogo centra UrO RAN. № 1 (37). Syktyvkar, 2019. cyberleninka.ru.
- Masalova, L.I. Analiz srokov cveteniya dekorativnyh drevesnyh introducentov genofonda VNIISPK / L.I. Masalova A.N. Firsov, O. Yu. Emel'yanova // Aktual'nye problemy lesnogo kompleksa. – 2017. – № 47. – S. 189–192.
- Masalova, L.I. Perspektivnost' ispol'zovaniya severoamerikanskih plodovyh rastenij v sadovodstve CCHR Rossii / L.I. Masalova // Selekciya i sortorazvedenie sadovyh kul'tur. 2020. T. 7. № 1–2. S. 102–105.
- Plodovye rasteniya v gorodskom ozelenenii. Filimonova K.G. V sb.: novaya nauka: istoriya stanovleniya, sovremennoe sostoyanie, perspektivy razvitiya. Sb. statej Mezhd. nauch.-prakt. konf. – 2019. – S. 34–39.

О. В. Курашев, кандидат сельскохозяйственных наук Ю. Г. Титова, научный сотрудник

Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур $P\Phi$, 302530, Орловская обл., Орловский р-н, д. Жилина E-mail: kurashev@vniispk.ru

УДК 634.7:631.527

DOI:10/30850/vrsn/2021/5/42-45

АРХИТЕКТОНИКА (ГАБИТУС) КУСТА ГИБРИДНЫХ ФОРМ КРЫЖОВНИКА ПРОМЫШЛЕННОГО ТИПА

Условие возрождения крыжовника, как промышленной культуры, — создание сортов с хозяйственно полезными признаками, необходимыми для интенсивных технологий возделывания. Существующий сортимент крыжовника не соответствует по общей архитектонике куста параметрам промышленного сорта — компактным, пряморослым (ортотропным) типом роста, оптимальными значениями высоты, ширины кроны и основания. Эти характеристики имеют важное значение для условий машинной уборки урожая. Использование в селекции дикорастущего вида Grossularia robusta позволяет получить в гибридном поколении селекционные отборные формы, удовлетворяющие по ряду хозяйственно полезных признаков требованиям для сортов промышленного типа. С 2001 года в институте ведется активная селекционная работа с видом G. robusta. Получено многочисленное потомство отдаленных гибридов, выделены отборные формы, характеризующиеся комплексом хозяйственно полезных признаков (габитус куста, пригодный для комбайновой уборки урожая, урожайность, достаточная масса ягод, устойчивость к болезням и вредителям). В статье рассматриваются некоторые аспекты архитектоники куста у отборных форм крыжовника второго поколения, полученных от отдаленных скрещиваний с видом G. robusta. У превалирующего числа отборных форм оптимальные показатели высоты куста (средняя — 127 см), диаметра (107 см), ширины основания (28 см), соответствующие требованиям для комбайновой уборки урожая. При совмещении параметров архитектоники куста с массой ягод, урожайностью, устойчивостью к болезням и слабой шиповатостью появляется реальная перспектива создания сортов крыжовника промышленного типа и возрождения культуры в промышленных масштабах.

Ключевые слова: крыжовник, селекция, габитус куста, высота куста, диаметр куста, ширина основания куста, комбайновая уборка.

O.V. Kurashev, *PhD in Agricultural sciences* Yu. G. Titova, *researcher*

Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding RF, 302530, Orlovskaya obl., Orlovskij r-n, d. Zhilina E-mail: kurashev@vniispk.ru

AGROTECHNICS (HABIT) OF HYBRID FORMS OF INDUSTRIAL TYPE GOOSEBERRIES BUSHES

The condition for the revival of industrial gooseberry culture is the creation of cultivars that would have a number of economically useful features that are necessary for intensive cultivation technologies and, in particular, adapted to the conditions of mechanized harvesting. The existing assortment of gooseberries is characterized, as a rule, by the parameters of the industrial cultivar that do not correspond sufficiently to the general architectonics of the bush, i. e. compact, straight-growing (orthotropic) growth type, optimal values of the height of the bush, the width of the crown and the width of the base of the bush. Although these parameters are not limiting, they are important for the conditions of machine harvesting. Our research shows that the use of the wild-growing species Grossularia robusta in breeding makes it possible to obtain selective breeding forms in the hybrid generation that meet the requirements for industrial-type cultivars for a number of economically useful characteristics. Since 2001, the Institute has been actively engaged in breeding work with the use of the G. robusta species in breeding programs. Numerous offspring of remote hybrids of this species were obtained and selected forms were identified, characterized by a complex of economically useful traits (the habit of the bush suitable for mechanized harvesting, productivity, sufficient berry weight and resistance to diseases and pests). This article discusses some aspects of the architectonics of the bush in selected forms of second-generation gooseberries obtained from remote crosses with the G. robusta species. It is shown that the prevailing number of selected forms are characterized by optimal indicators of the height of the bush: the average height of the bush is 127 cm, the diameter of the crown of the bush is 107 cm, the width of the base of the bush is 28 cm and the seedlings meet the requirements for mechanized harvesting. When combining the indicators of the architectonics of the bush with the mass of berries, yield, disease resistance and weak thorniness, there is a real prospect of creating industrial-type gooseberry cultivars and reviving the culture on an industrial scale.

Key words: gooseberry, breeding, bush habit, bush height, bush diameter, width of the base of the bush, mechanized harvesting

Крыжовник — ягодная культура, ценность которой определяется комплексом факторов: скороплодностью, высокой урожайностью, ранним созреванием, диетическими, лечебными и вкусовыми качествами ягод. [1] Но как промышленная культура, пригодная для интенсивных технологий возделывания с применением комбайновых способов уборки, крыжовник еще недостаточно востребован.

Это объясняется трудоемкостью агротехнических приемов (обрезка, уходные работы), сложностью механизированного сбора урожая. [2, 3]

Архитектоника (габитус) куста сортов крыжовника, находящихся в Госреестре селекционных достижений РФ, допущенных к использованию, не до конца соответствует требованиям машинной уборки урожая. Поэтому одним из направлений со-

временной селекции крыжовника при выведении сортов промышленного типа должно стать создание форм с оптимальным габитусом куста. [4]

Цель работы — изучить характер роста и параметры куста некоторых гибридных форм крыжовника селекции ВНИИСПК, полученных от отдаленных скрещиваний с дикорастущим видом *Grossularia robusta*, имеющих ключевое значение при выведении сортов промышленного типа и пригодных для комбайновой уборки урожая.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

На опытно-селекционном участке ВНИИСПК изучали отборные гибридные сеянцы крыжовника F_2 , полученные от отдаленных скрещиваний с дикорастущим видом *Grossularia robusta*.

Почвы участка серые и темно-серые лесные слабо- и среднеоподзоленные среднесуглинистого механического состава, pH-4,6...5,0.

Основные учеты и наблюдения проводили согласно методическим рекомендациям «Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур». [5]

Сеянцы высаживали по схеме: 0,5 м в ряду и 3,5 м в междурядье. Был организован капельный полив и в течение вегетационного периода проводили стандартные агротехнические уходные работы.

Экспериментальные данные статистически обрабатывали с помощью компьютерной программы «Excel».

РЕЗУЛЬТАТЫ

С 2001 года ВНИИСПК ведет целенаправленную селекцию по получению гибридных сеянцев крыжовника устойчивых к американской мучнистой росе (АМР) и листовым пятнистостям, с высокой урожайностью, слабой шиповатостью и параметрами куста, которые максимально бы соответствовали требованиям комбайновой уборки урожая. Для этого мы использовали в скрещиваниях в качестве одного из родителей дикорастущий вид *Grossularia robusta* [6], плоды и вегетативные органы которого абсолютно иммунны

к АМР. Вид *G. robusta* обладает компактным габитусом куста, ярко выраженным ортотропным типом роста, высокой адаптивностью к абиотическим факторам среды (засухоустойчивость, жаро- и зимостойкость). [7, 8]

Превалирующее число отборных сеянцев крыжовника, полученных от отдаленных скрещиваний с участием вида *G. robusta*, характеризовалось оптимальной архитектоникой куста. Они отличались от большей части выращиваемых сортов европейского типа сжатым (компактным) кустом, с ортотропным типом роста и размещением основной зоны плодоношения в необходимых для машинной уборки урожая пределах. [9]

У большинства изучаемых отборных форм средняя высота куста — 127 см (рис. 1), максимальная у сеянца 9-283(2)-1(4) - 180 см, минимальная — 9-283(2)-1(3) - 65 см. Оптимальная высота куста для машинной уборки — 1,2...1,8 м.

Диаметр кроны куста не лимитирующий параметр для крыжовника промышленного типа. Однако его абсолютный показатель может выступать косвенной характеристикой общей архитектоники куста — ортотропного или плагиотропного типа роста, компактности или раскидистости. В наших исследованиях отборные формы крыжовника характеризовались компактным типом куста, приближающимся к ортотропному типу роста, а средний диаметр кроны — 107 см (рис. 2). У части растений с диаметром кроны до 70...80 см был отмечен ярко выраженный ортотропный тип роста. Максимально компактные кроны были у 9-283(2)-1(2) и 9-258(2)-9(1) с соотношением высоты куста и диаметра кроны — 105:55 и 125:45 см соответственно.

Ширина основания куста крыжовника промышленного типа не должна превышать 30...40 см. Средняя ширина основания куста изучаемых растений составила 28 см (рис. 3), максимальная у сеянца 9-258(2)-4-40 см, минимальная -9-258(2)-9(1)-15 см. У большей части отборных форм диапазон варьирования по данному признаку был в пределах 25...30 см.

Все выделенные и изученные отборные формы крыжовника F_2 , полученные от отдаленных скрещиваний, характеризовались как и отцовская форма G. robusta, высокой устойчивостью к поражению

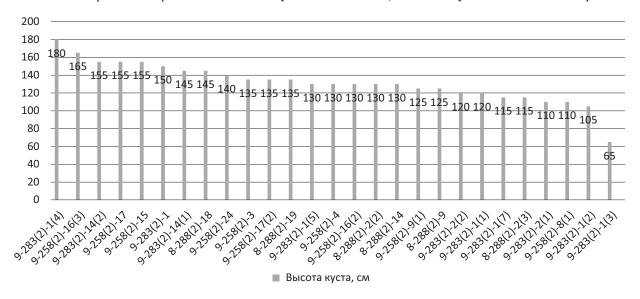


Рис. 1. Высота куста у отборных форм крыжовника F₂, полученных от отдаленных скрещиваний с видом G. robusta.



Рис. 2. Диаметр кроны куста у отборных форм крыжовника F,, полученных от отдаленных скрещиваний с видом G. robusta.

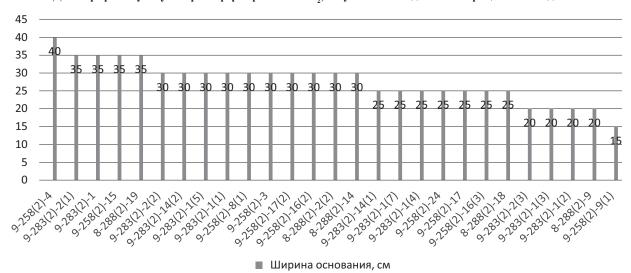


Рис. 3. Ширина основания куста у отборных форм крыжовника F_2 , полученных от отдаленных скрещиваний с видом G. robusta.

АМР и листовым пятнистостям, слабой шиповатостью. В отличие от указанного вида, имели крупные ягоды, высокую урожайность и прочные ветви, сохраняющие ортотропный тип куста.

Таким образом, использование в селекции крыжовника вида *G. robusta* открывает возможность выведения в первом и втором поколении гибридных форм с последующим получением сортов с допустимыми параметрами для комбайновой уборки урожая. Гибриды имеют оптимальный габитус куста (высота, ширина кроны и основания) и комплекс хозяйственно полезных признаков (устойчивость к поражению АМР и листовыми пятнистостями, высокая урожайность, слабая шиповатость, адаптивность к негативным абиотическим факторам среды).

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- 1. Сергеева, К.Д. Крыжовник. /К.Д. Сергеева. М.: Агропромиздат, 1989. 208 с.
- 2. Ковешникова, Е.Ю. Перспективы промышленного производства плодов крыжовника / Е.Ю. Ковешникова //Садоводство и виноградарство. 2001. № 3. С. 24—27.
- 3. Ковешникова, Е.Ю. Биологические особенности сортов крыжовника в связи с механизированной убор-

- кой урожая/ Е.Ю. Ковешникова //Плодоводство и ягодоводство России. 2004. T. XI. C. 411-419.
- Титова, Ю.Г. Некоторые аспекты промышленной культуры крыжовника и направления селекции / .Г. Титова, О.В. Курашев // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. — 2020. — № 7. — С. 66—76.
- Князев, С.Д. Смородина, крыжовник и их гибриды / С.Д. Князев, Л.В. Баянова// Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. (Под общей редакцией академика РАСХН Е.Н. Седова и доктора сельскохозяйственных наук Т.П. Огольцовой). — Орел: Изд-во ВНИИСПК, 1999. — С. 608.
- Курашев, О.В. Использование межвидовых скрещиваний в селекции крыжовника / О.В. Курашев // Вестник российской сельскохозяйственной науки. — 2018. – № 6. – С. 58–60.
- 7. Ожерельева, З.Е. Определение морозостойкости вегетативных почек и тканей у генотипов крыжовника в контролируемых условиях / З.Е. Ожерельева, О.В. Курашев // Плодоводство и ягодоводство России. 2014. Т. XXXIX. С. 168—171.
- 8. Ожерельева, З.Е. Влияние засухи на водный режим крыжовника/ З.Е. Ожерельева, О.В. Курашев // Сб. XVII Межд. науч. конф. «Плодоводство, семеноводство, ин-

- тродукция древесных растений». Красноярск, 2014. 2014. № 17. С. 69—72.
- Утков, Ю.А. Изучение пригодности сортов к машинной уборке урожая / Ю.А. Утков, Ю.Ф. Якименко, А.Г. Гурин // Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. (Под общей редакцией академика РАСХН Е.Н. Седова и доктора с-х. наук Т.П. Огольцовой). Орел: Изд-во ВНИ-ИСПК, 1999. С. 608.

LIST OF SOURCES

- Sergeeva, K.D. Kryzhovnik. /K.D. Sergeeva. M.: Agropromizdat, 1989. 208 s.
- Koveshnikova, E.Yu. Perspektivy promyshlennogo proizvodstva plodov kryzhovnika / E.Yu. Koveshnikova //Sadovodstvo i vinogradarstvo. 2001. № 3. S. 24–27.
- Koveshnikova, E.Yu. Biologicheskie osobennosti sortov kryzhovnika v svyazi s mekhanizirovannoj uborkoj urozhaya/ E.Yu. Koveshnikova //Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii. – 2004. – T. XI. – S. 411–419.
- Titova, Yu.G. Nekotorye aspekty promyshlennoj kul'tury kryzhovnika i napravleniya selekcii /Yu.G. Titova, O.V. Kurashev // Vestnik Kurskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. 2020. № 7. S. 66–76.

- Knyazev, S.D. Smorodina, kryzhovnik i ih gibridy / S.D. Knyazev, L.V. Bayanova// Programma i metodika sortoizucheniya plodovyh, yagodnyh i orekhoplodnyh kul'tur. (Pod obshchej redakciej akademika RAS-KHN E.N. Sedova i doktora sel'skohozyajstvennyh nauk T.P. Ogol'covoj). – Orel: Izd-vo VNIISPK, 1999. – S. 608.
- 6. Kurashev, O.V. Ispol'zovanie mezhvidovyh skreshchivanij v selekcii kryzhovnika / O.V. Kurashev // Vestnik rossijskoj sel'skohozyajstvennoj nauki. 2018. № 6. S. 58–60.
- Ozherel'eva, Z.E. Opredelenie morozostojkosti vegetativnyh pochek i tkanej u genotipov kryzhovnika v kontroliruemyh usloviyah / Z.E. Ozherel'eva, O.V. Kurashev // Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii. 2014. T. XXXIX. S. 168–171.
- Ozherel'eva, Z.E. Vliyanie zasuhi na vodnyj rezhim kryzhovnika/ Z.E. Ozherel'eva, O.V. Kurashev // Sb. XVII Mezhd. nauch. konf. «Plodovodstvo, semenovodstvo, introdukciya drevesnyh rastenij». – Krasnoyarsk, 2014. – 2014. – № 17. – S. 69–72.
- Utkov, Yu.A. Izuchenie prigodnosti sortov k mashinnoj uborke urozhaya / Yu.A. Utkov, Yu.F. Yakimenko, A.G. Gurin // Programma i metodika sortoizucheniya plodovyh, yagodnyh i orekhoplodnyh kul'tur. (Pod obshchej redakciej akademika RASKHN E.N. Sedova i doktora s-h. nauk T.P. Ogol'covoj). – Orel: Izd-vo VNIISPK, 1999. – S. 608.

DOI: 10.30850/vrsn/2021/5/45-48

С.А. Корнеева, кандидат сельскохозяйственных наук Е.Н. Седов, академик РАН, профессор Т.В. Янчук, кандидат сельскохозяйственных наук

Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур РФ, 302530, Орловская обл., Орловский р-н, д. Жилина E-mail: korneeva@vniispk.ru

УДК 634.11:631:52

ПЕРСПЕКТИВНОСТЬ ЗАКЛАДКИ СУПЕРИНТЕНСИВНЫХ БЕЗОПОРНЫХ САДОВ КОЛОННОВИДНЫХ СОРТОВ ЯБЛОНИ

Для закладки насаждений яблони по интенсивной технологии, предусматривающей сверхплотное размещение деревьев, оптимально подходят колонновидные сорта. В статье рассматривается вариант выращивания колонновидных сортов яблони на вставках карликовых подвоев 3-17-38 и 62-396. Их использование обеспечивает высокую скороплодность, урожайность и экономическую эффективность насаждений. Все затраты на закладку сада и ежегодные уходные работы окупились на четвертый год после посадки. Хозяйственно-биологические особенности колонновидных сортов дают не только быстрый возврат капиталовложений, но и высокий уровень рентабельности. Рентабельность изучаемого сада колонновидных яблонь на шестой год после посадки (2020) в среднем по всем сортам составила 106,0 % (вставка карликового подвоя 62-396) и 104,7 % (вставка 3-17-38). Прибыль в среднем составила 2 378 661 руб/га. В группе изучаемых сортов прослеживается различие экономической эффективности. У сорта Восторг самый низкий уровень урожайности — в среднем на двух вставках в 2020 году — 27,3 m/га, рентабельность — 66,6 %. Сорт Гирлянда характеризуется максимальной урожайностью и рентабельность, экономическая эффективность. Ключевые слова: яблоня, колонновидные сорта, подвой, урожайность, рентабельность, экономическая эффективность.

S.A. Korneeva, PhD in Agricultural sciences
E.N. Sedov, Academician of the RAS, Professor
T.V. Yanchuk, PhD in Agricultural sciences
Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding
RF, 302530, Orlovskaya obl., Orlovskij r-n, d. Zhilina
E-mail:korneeva@vniispk.ru

A PROSPECTS OF THE SUPER-INTENSIVE UNSUPPORTED GARDENS ESTABLISHMENT OF COLUMNAR APPLE TREE VARIETIES

Columnar apple cultivars are optimally suited to lay apple tree plantings using intensive technology, which provides for super-dense placement of trees. The article considers a variant of growing columnar apple cultivars on inserts of dwarf rootstocks 3-17-38 and 62-396.

The use of dwarf rootstocks 3-17-38 and 62-396 as intercalar inserts in the cultivation of columnar apple cultivars, along with good anchoring of plants, provides high precocity, productivity and economic efficiency of planting. All the costs of laying the orchard and annual works on agrotechnical care of the trees were paid off in the fourth year after planting. The economic and biological features of the columnar cultivars provided not only a quick return of the investments, but also a high level of profitability. The profitability of the studied columnar planting for the 6th year after planting (2020) on average for all cultivars was 106.0 % on the insert of the dwarf rootstock 62-396 and 104.7 % on the insert 3-17-38. The profit received on average for the plantings amounted to 2 378 661 rubles per ha. In the group of the studied cultivars, there is a difference in economic efficiency. The lowest level of productivity and profitability was in the Vostorg cultivar: on average, on two inserts, the yield in 2020 was 27.3 t/ha and the profitability was 66.6 %. The Girlyanda cultivar was characterized by the maximum yield and profitability: 88.0 t/ha and 115.8 %, respectively.

Key words: apple, columnar cultivars, rootstock, productivity, profitability, cost-effectiveness.

Садоводство одна из отраслей, предусматривающих долгосрочные капиталовложения. В связи с этим, полная оценка хозяйственно ценных особенностей сорта обязательно должна включать в себя анализ экономической эффективности его возделывания, учитывающий срок окупаемости первоначальных капиталовложений, окупаемость текущих затрат и уровень рентабельности производства плодов. [4, 5]

Сократить период окупаемости затрат на закладку насаждения позволяют современные интенсивные технологии, внедряемые в отрасль. [4] Такая возможность открывается благодаря сортам нового поколения с высокой скороплодностью, регулярностью плодоношения, адаптивностью, товарностью плодов, устойчивостью к заболеваниям (мучнистая роса, парша). [6, 8] Не только сортовой состав насаждения, но и грамотный подбор привойно-подвойных комбинаций — один из элементов интенсификации садоводства, обеспечивающий высокий уровень рентабельности производства яблок. [1, 9]

Широкое внедрение колонновидных сортов яблони, обладающих комплексом хозяйственно ценных признаков (скороплодность, регулярное плодоношение, высокая продуктивность, компактность кроны, адаптивность к природно-климатической зоне выращивания, иммунитет к парше) будет способствовать ускорению импортозамещения плодовой продукции на отечественном рынке. [2, 10, 11]

Колонновидные сорта селекции ВНИИСПК (Поэзия, Приокское, Восторе, Орловская Есения, Гирлянда) хорошо зарекомендовали себя скороплодностью, стабильным плодоношением, достаточным уровнем зимостойкости для Центрально-Черноземного региона, иммунитетом к парше. Плоды имеют привлекательный внешний вид и хорошие вкусовые качества. [7]

В нашей работе представлены элементы новых технологий колонновидных сортов возделывания и сравнительная оценка их эффективности. [3]

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Одна из изучаемых нами технологий выращивания колонновидных сортов яблони предусматривает использование семенного подвоя со вставками карликовых подвоев. Корневая система семенного подвоя обеспечивает достаточную якорность растениям, несущим большую нагрузку урожаем; карликовая вставка — сдержанный рост дерева и реализацию хозяйственного потенциала колонновидного сорта. Деревья высажены блоками по восемь рядов. Расстояние между растениями — 0,5 м, рядами — 1,0, блоками — 3,0 м. При таком размещении плотность насаждения — 14000 дер/га.

Объект изучения – районированные колонновидные сорта селекции ВНИИСПК (Поэзия, Вос-

Таблица 1. Оценка окупаемости капиталовложений при закладке суперинтенсивного сада колонновидными сортами яблони на вставочных подвоях 62-396 и 3-17-38

Сорт	Подвой	Суммарный урожай 2017—2018 годов, т/га	Доход за 2017—2018 годы, руб/га	Затраты на закладку насаждения, содержание и сбор урожая руб/га	Окупаемость затрат на четвертый год после посадки сада, %
Орловская Есения	_	90,3	3612000	2364800	152,7
Валюта (к)		72,0	2880000	2328200	123,7
Гирлянда		68,6	2744000	2321400	118,2
Поэзия	Вставка 62-396	61,8	2472000	2307800	107,1
Восторг		12,6	504000	2209400	21,9
Среднее		61,1	2444000	2306400	106,0
HCP _{0,5}		1,7	1,7 868,3 266,1		19,6
Орловская Есения		92,4	3696000	2369000	156,0
Валюта (к)		74,4	2976000	2333000	127,6
Гирлянда		42,0	1680000	2268200	74,1
Поэзия	Вставка 3-17-38	64,4	2576000	2313000	111,4
Восторг		28,6	1144000	2241400	51,0
Среднее		60,4	2414400	2305000	104,7
HCP _{0,5}		0,2	626,4	266,1	20,3
	HCP _{0,5}	19,4	621,2	381,1	33,1

Таблица 2. Оценка экономической эффективности возделывания колонновидных сортов яблони на вставочных подвоях 62-396 и 3-17-38

Сорт	Подвой	Урожайность 2020 года, т/га	Прибыль, руб/га	Затраты на содержание насаждения и сбор урожая, руб/га	Рентабельность, %
Орловская Есения	•	107,8	3818926	306580	124,6
Валюта (к)		84,0	2955700	258980	114,1
Поэзия		84,0	2955700	258980	114,1
Гирлянда	Вставка 62-396	77,0	2701810	244980	110,3
Восторг		29,4	880158	149780	58,8
Среднее		76,4	2664848	243780	109,3
HCP _{0,5}		1,7 183		85,4	20,7
Гирлянда		99,4	3514258	289780	121,3
Орловская Есения		65,8	2295586	222580	103,1
Поэзия		60,2	2092474	211380	99,0
Валюта (к)	Вставка 3-17-38	50,4	1737028	191780	90,6
Восторг		25,2	850024	114380	74,3
Среднее		60,2	2092474	211380	99,0
HCP _{0,5}		2,0	1686,99	80,03	16,9
	HCP _{0,5}	12,0	168,1	173,1	17,6

торг, Гирлянда, Орловская Есения) и селекции ФНЦ Садоводства (Валюта). Для сравнительной оценки в качестве карликовых вставок взяты подвои 62-396 и 3-17-38. Деревья на опытном участке высаживали в 2014 году.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Наблюдения показали, что у всех изучаемых сортов на третий год после посадки отмечено первое плодоношение. У сортов Поэзия, Гирлянда, Орловская Есения, Валюта суммарный урожай третьего и четвертого года плодоношения обеспечил возврат первоначальных капиталовложений, затрат на содержание насаждения в неплодоносящий период (первые два года), плодоносящий (третий и четвертый) и затрат на сбор урожая. Влияние используемого в сортоподвойных комбинациях вставочного подвоя на возврат капиталовложений не прослеживается, так как достоверных различий в окупаемости затрат при оценке вставки как существенного фактора нет. Сравнительные данные по доходу и суммарным затратам показывают, что на четвертый год после посадки по отдельным сортам не только окупились затраты, но и получена прибыль. Так по сорту Орловская Есения в среднем по двум вставкам прибыль составила 1 287 100 руб./га, Валюта — 597 400 руб./га, *Поэзия* — 213 600 руб./га. У *Восторга* за этот же период капитальные и текущие затраты в полном объеме не окупились. На вставке подвоя 3-17-38 окупаемость составила 51 %, 62-396 — 21,9 %. У сорта Гирлянда на вставке 3-17-38 затраты окупились лишь на 74,1 % (табл. 1).

Главный показатель экономической оценки любого сорта — уровень рентабельности его возделывания.

В 2020 году (шестой год после посадки) на рентабельность изучаемых привойно-подвойных комбинаций влияние оказал тип подвоя. Урожайность сортов при использовании подвоя 62-396 в качестве вставки обеспечила рентабельность на

уровне 109,3 %, что на 10,2 % больше, чем при подвое 3-17-38. Размер полученной прибыли с участка насаждения колонновидных сортов на подвое 62-396 в 1,3 раза превышает прибыль участка на 3-17-38 (табл. 2).

Наибольшее значение для эффективности производства имеет уровень урожайности сорта. При сравнительной экономической оценке колонновидных сортов наглядно прослеживаются различия в сортовом потенциале. У Восторга суммарный урожай не обеспечил окупаемость капитальных вложений на четвертый год посадки. В 2020 году его рентабельность была самой низкой среди изучаемых сортов. У Гирлянды затраты при выращивании на вставочном подвое 3-17-38 также не окупились, к 2020 году благодаря активному наращиванию урожая рентабельность на подвое 3-17-38 стала наибольшей среди сортов.

Лучший вариант привойно-подвойных комбинаций — сорт *Орловская Есения* на вставке подвоя 62-396. Прибыль, полученная с одного гектара при этой комбинации составила 3818926 руб., рентабельность — 124.6%.

Выводы. Внедрение представленной в статье технологии обеспечит возможность закладки суперинтенсивного безопорного сада плотностью 14000 дер/га с возвратом капиталовложений на четвертый год после посадки и высоким уровнем рентабельности в последующие годы эксплуатации.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- Качалкин, М. В. Продуктивность колонновидных форм яблони в связи с плотностью размещения растений и использованием подвоев /М.В. Качалкин // Состояние и перспективы развития нетрадиционных садовых культур: мат. Межд. науч.-практ. конф. (12-14 августа 2003 г., Мичуринск). – Мичуринск, 2003. – С. 329–333.
- Кичина, В.В. Сады колонновидных форм яблони. / В.В. Кичина // Плодоводство и ягодоводство России. – 1996. – Т. 3. – С. 147–156.

- 3. Корнеева, С.А. Колонновидные сорта ВНИИСПК, их сорто-подвойные комбинации и схемы посадки. / С.А. Корнеева, Е.Н. Седов, Т.В. Янчук, З.М. Серова // Современное садоводство. 2018. № 3 (27). С. 122—130.
- Одинаев, Ш.Т. Методика оценки экономической эффективности, применяемой в садоводстве. / Ш.Т. Одинаев, А.О. Шарифов, З.Х. Махмудов // Известия вузов Кыргызстана. 2016. № 9. С. 73–78.
- Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур/ под ред. Е.Н. Седова, Т.П. Огольцовой – Орел: ВНИИСПК, 1999. – 608 с.
- 6. Савельев, Н.И. Экономическая эффективность выращивания колонновидных сортов яблони / Н.И. Савельев, Н.Н. Савельева, И.Н. Савельева // Адаптивный потенциал и качество продукции сортов (24-27 июля 2012 г., Орел). Орел: ВНИИСПК, 2012. С. 212—214.
- 7. Седов, Е.Н. Колонновидная яблоня в интенсивном саду. / Е.Н. Седов, С.А. Корнеева, З.М. Серова. Орел.: ВНИИСПК, 2013. 64 с.
- Седов, Е.Н. Сорта яблони нового поколения селекции ВНИИСПК./Е.Н.Седов, З.М.Серова, С.А. Корнеева// Современное садоводство. – 2014. – № 1 (9). – С. 1–9.
- 9. Седов, Е.Н. Интенсивный яблоневый сад на слаборослых вставочных подвоях / Е.Н. Седов, Н.Г. Красова, А.А. Муравьев и др. Орел: ВНИИСПК, 2009. 176 с.
- 10. Хроменко, В.В. Урожайность колонновидной яблони и экономика производства в промышленном саду / В.В. Хроменко, В.Ф. Воробьев // В сб.: Селекция и сорторазведение садовых культур. мат. Межд. науч.практ. конф., посвященной 170-летию ВНИИСПК. 2015. С. 220—221.
- Шидакова, А.С. Интенсификация садоводства на основе колонновидных сортов / Р.С. Шидаков, Б.Х. Халилов // Инновационное развитие аграрной науки и образования: сб. науч. работ. Межд. науч.-прак. конф., посвященной 90-летию чл.-корр. РАСХН, профессора М.М. Джамбулатова. — 2016. — С. 648—652.

LIST OF SOURCER

 Kachalkin, M.V. Produktivnost' kolonnovidnyh form yabloni v svyazi s plotnost'yu razmeshcheniya rastenij i ispol'zovaniem podvoev /M.V. Kachalkin // Sostoyanie i

- perspektivy razvitiya netradicionnyh sadovyh kul'tur: mat. Mezhdun. nauch.-prakt. konf. (12-14 avgusta 2003 g., Michurinsk). Michurinsk, 2003. S. 329–333.
- Kichina, V.V. Sady kolonnovidnyh form yabloni. / V.V. Kichina // Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii. 1996. T. 3. S. 147–156.
- Korneeva, S.A. Kolonnovidnye sorta VNIISPK, ih sorto-podvojnye kombinacii i skhemy posadki. / S.A. Korneeva, E.N. Sedov, T.V. Yanchuk, Z.M. Serova // Sovremennoe sadovodstvo. 2018. № 3 (27). S. 122–130.
- Odinaev, Sh.T. Metodika ocenki ekonomicheskoj effektivnosti, primenyaemoj v sadovodstve. / Sh.T. Odinaev, A.O. Sharifov, Z.H. Mahmudov // Izvestiya VuZov Kyrgyzstana. 2016. № 9. S. 73–78.
- Programma i metodika sortoizucheniya plodovyh, yagodnyh i orekhoplodnyh kul'tur/ pod red. E.N. Sedova, T.P. Ogol'covoj – Orel: VNIISPK, 1999. – 608 s.
- Savel'ev, N.I. Ekonomicheskaya effektivnost' vyrashchivaniya kolonnovidnyh sortov yabloni / N.I. Savel'ev, N.N. Savel'eva, I.N. Savel'eva // Adaptivnyj potencial i kachestvo produkcii sortov (24-27 iyulya 2012 g., Orel). – Orel: VNIISPK, 2012. – S. 212–214.
- Sedov, E.N. Kolonnovidnaya yablonya v intensivnom sadu. / E.N. Sedov, S.A. Korneeva, Z.M. Serova. – Orel.: VNIISPK, 2013. – 64 s.
- Sedov, E.N. Sorta yabloni novogo pokoleniya selekcii VNI-ISPK. / E.N. Sedov, Z.M. Serova, S.A. Korneeva // Sovremennoe sadovodstvo. – 2014. – № 1 (9). – S. 1–9.
- Sedov, E.N. Intensivnyj yablonevyj sad na slaboroslyh vstavochnyh podvoyah / E.N. Sedov, N.G. Krasova, A.A. Murav'ev i dr. – Orel: VNIISPK, 2009. – 176 s.
- Hromenko, V.V. Urozhajnost' kolonnovidnoj yabloni i ekonomika proizvodstva v promyshlennom sadu / V.V. Hromenko, V.F. Vorob'ev // V sb.: Selekciya i sortorazvedenie sadovyh kul'tur. mat. Mezhd. nauch.-prakt. konf., posvyashchennoj 170-letiyu VNIISPK. 2015. S. 220–221.
- Shidakova, A.S. Intensifikaciya sadovodstva na osnove kolonnovidnyh sortov / R.S. Shidakov, B.H. Halilov // Innovacionnoe razvitie agrarnoj nauki i obrazovaniya: sb. nauch. rabot. Mezhd. nauch.-prak. konf., posvyashchennoj 90-letiyu chl.-korr. RASKHN, professora M.M. Dzhambulatova. 2016. S. 648–652.

3.Е. Ожерельева, *кандидат сельскохозяйственных наук* О.В. Калинина, *аспирант*

Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур РФ, 302530, Орловская обл., Орловский р-н, д. Жилина E-mail: ozherelieva@vniispk.ru

УДК 634.722:632.11:58.032.3

DOI:10.850/vrsn/2021/5/49-53

ИЗУЧЕНИЕ ЗАСУХОУСТОЙЧИВОСТИ ОТБОРНЫХ СЕЯНЦЕВ СМОРОДИНЫ КРАСНОЙ ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ ВОДНОГО РЕЖИМА

Работа выполнена на базе лаборатории физиологии устойчивости плодовых растений ФГБНУ ВНИИСПК в 2019—2020 годах. Объект исследований — отборные сеянцы смородины красной селекции института. Засухоустойчивость определяли методом искусственного обезвоживания листьев. Цель исследований — изучить показатели водного режима (оводненность и возможность растений ее восстанавливать, водный дефицит, водоудерживающая способность) отборных сеянцев смородины красной в связи с их засухоустойчивостью. Контрольный сорт — Йонкер ван Тетс. В результате изучения показателей водного режима листьев в полевых условиях установлен средний уровень оводненности у большинства гибридных форм смородины красной. Меньший уровень — в июле по сравнению с июнем, так как происходит интенсивный отток воды в ягоды в период массового плодоношения. В полевых условиях при достаточном увлаженении растений у гибридов смородины красной отмечен низкий водный дефицит листьев. После моделирования засухи водный дефицит повысился у всех опытных образцов. Минимальную величину водного дефицита в июне и июле выявили у гибрида смородины красной 2466-46-23 в искусственных условиях. После моделирования засухи и последующего насыщения водой отборные сеянцы 2466-46-23, 2466-46-27, 2503-47-68, 2504-47-131, 2506-47-34, 2506-47-36, 2506-47-51, 2521-48-94 характеризовались стабильно высокой способностью восстанавливать оводненность листьев. Высокий уровень засухоустойчивости у 2466-46-23, средний — 2466-46-27, 2503-47-68, 2504-47-131, 2506-47-34, 2506-47-34, 2506-47-36, 2506-47-51, 2518-50-33, 2520-50-33, 2521-48-94.

Ключевые слова: смородина красная, отборные сеянцы, водный режим, оводненность, водный дефицит, восстановление воды, засухоустойчивость.

Z.E. Ozherel'eva, *PhD in Agricultural sciences* O.V. Kalinina, *PhD student*

Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding RF, 302530, Orlovskaya obl., Orlovskij r-n, d. Zhilina E-mail: ozherelieva@vniispk.ru

STUDY OF DROUGHT RESISTANCE OF RED CURRANT SELECTED SEEDLINGS ACCORDING TO THE WATER REGIME INDICATORS

The work was carried out on the basis of the laboratory physiology of fruit plants resistance of the Russian Research Institute for Fruit Crop Breeding (VNIISPK) in 2019–2020. The objects of study were selected seedlings of red currant selection of the Institute. The method of artificial leaves dehydration was used for determination the drought resistance. The purpose of study was study indicators of water regime of selected seedlings of red currant in connection with their drought resistance. The water content, water deficiency, and the ability to restore water content after stress were determined. The Jonkheer Van Tets variety was use, as a control variety. In the result of study the indicators water regime of leaves in field conditions, the average level of water content was determined in the most hybrid forms of red currant. The lower level of leave water content was shown in July in compare to June, because there was an intensive outflow of water to the berries during the period of mass fruiting. In the field conditions, with sufficient plant moisture, red currant hybrids had a low water deficiency of leaves. After drought modelling, the water deficiency was increased in all the samples. The minimum amount of water deficiency in June and July under artificial conditions was found in red currant hybrids 2466-46-23. After modeling the drought and water saturation after that, select seedlings 2466-46-23, 2466-46-27, 2503-47-68, 2504-47-131, 2506-47-34, 2506-47-36, 2506-47-51, 2521-48-94 were characterized by a consistently high ability to restore the water content of the leaves. According to the results of the study some indicators of the water regime of red currant, was identified, the drought-resistant form 2466-46-23. The average level of drought resistance was shown in 2466-46-27, 2503-47-68, 2504-47-131, 2506-47-34, 2506-47-34, 2506-47-34, 2506-47-34, 2506-47-34, 2506-47-34, 2506-47-34, 2506-47-34, 2506-47-34, 2506-47-34, 2506-47-34, 2506-47-34, 2506-47-34, 2506-47-34, 2506-47-34, 2506-47-34, 2506-47-34,

Key words: red currant, selected seedlings, water regime, water content, water deficiently, water recovery, drought resistance.

Смородину красную возделывают практически во всех регионах России, благодаря ее большому генетическому потенциалу адаптивности к различным почвенно-климатическим условиям. Однако в последнее время на территории Центральной России возросло количество лет с неблагоприятными для выращивания ягодных культур погодными условиями, в том числе и смородины красной. [1]

Низкая влагообеспеченность приводит к нарушению физиологических процессов роста и развития ягодных культур. [3, 8] Важная защитноприспособительная реакция растений к условиям среды —изменение состояния водного режима (оводненность и возможность ее восстановления, водный дефицит, водоудерживающая способность). [5, 9]

На основе изучения показателей водного режима установлено, что генотипы смородины красной обладают средним и высоким уровнем засухоустойчивости. [6] Существует зависимость водного баланса от биологических особенностей сорта. [7]

Создание и выделение высокоадаптивных генотипов растений к неблагоприятным факторам внешней среды существенно повысит продуктивность и качество урожая. [2]

Цель исследований — изучить показатели водного режима отборных сеянцев смородины красной в связи с их засухоустойчивостью.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводили на базе лаборатории физиологии устойчивости плодовых растений Всероссийского научно-исследовательского института селекции плодовых культур (ВНИИСПК) в 2019—2020 годах по методическим рекомендациям В.Г. Леонченко и др. [4] Объекты изучения— отборные сеянцы смородины красной селекции института. Контрольный сорт— Йонкер ван Тетс.

Пробы листьев брали в сухую жаркую погоду, в утренние часы. Засухоустойчивость определяли методом искусственного обезвоживания в двухкратной повторности по пять листьев.

Результаты статистически обрабатывали методом дисперсионного анализа (ANOVA) с помощью программы MS Excel.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В мае 2019 года гидротермический коэффициент (ГТК) был выше нормы (1,73), в засушливых условиях июня — 0,01. В период формирования ягод у

большинства отборных сеянцев смородины красной отметили средний уровень оводненности листьев, как у контрольного сорта. Только гибриды 2521-48-31, 2521-48-59 и 2521-48-94 от свободного опыления 1674-30-30 отличались высокой оводненностью листьев. Водный дефицит в листьях отборных сеянцев в полевых условиях был низкий и варьировал от 5,0 до 10,0%, у 2503-47-68 и 2506-47-51 — незначительно выше (14,5 и 11,3 % соответственно).

Май 2020 года отличался высокой влагообеченностью (ГТК = 1,76) растений. Содержание общей воды в листьях смородины красной в июне 2020 года значительно не превысило уровень оводненности в июне 2019. Низкий водный дефицит в полевых условиях (не более 10,0%) был у большинства отборных сеянцев (табл. 1).

В июле 2019 года выпало достаточное количество осадков (ГТК = 0,95). Почти все отборные сеянцы смородины красной характеризовались средней оводненностью листьев на уровне Йонкер ван Тетс, гибриды 2466-46-23, 2505-48-72, 71,3 — высоким. Водный дефицит листьев в условиях достаточного увлажнения в период созревания ягод у всех отборных сеянцев был низкий (менее 10.0%).

Июль 2020 года отличался очень высокой влагообеченностью (ГТК = 1,97). Зафиксировали средний уровень общей воды в листьях. Низкий водный дефицит (не более 10,0%) был у всех отборных сеянцев (табл. 2), меньшая оводненность листьев — в июле по сравнению с предыдущем месяцем из-за интенсивного оттока воды в ягоды в период массового плодоношения.

За годы исследований не зафиксированы экстремально засушливые периоды, поэтому изучение водного режима гибридных форм смородины красной в связи с их засухоустойчивостью провели в искус-

Таблица 1. Оводненность и водный дефицит листьев отборных сеянцев смородины красной в полевых условиях (июнь) по годам, %

V	0-6	Оводненн	юсть листьев	Водный	дефицит
Комбинация скрещивания	Отборный сеянец	2019	2020	2019	2020
	2466-46-23	66,1	71,3	5,3	7,3
Белая Потапенко x 1426-21-80	2466-46-27	66,0	65,5	9,0	8,8
	2466-46-28	67,4	69,0	6,9	5,8
M	2503-47-48	68,6	71,7	5,0	9,1
Мармеладница х Чародейка	2503-47-68	71,2	70,3	14,5	4,8
	2504-47-4	67,6	69,2	8,5	5,8
Дана х Светлица	2504-47-91	66,4	69,3	7,8	5,3
	2504-47-131	64,4	67,2	7,8	6,9
	2505-48-10	60,3	67,4	9,8	3,7
Hamadašva v 1122 25 127	2505-48-24	65,8	67,4	6,6	4,0
Чародейка х 1123-25-137	2505-48-31	77,6	69,2	8,0	4,6
	2505-48-72	71,0	66,4	9,3	6,5
	2506-47-34	67,3	69,3	7,7	7,1
014 04 22 v.Caamariii.a	2506-47-36	71,3	68,3	10,0	8,1
814-84-33 х Светлица	2506-47-51	63,8	72,9	11,3	7,9
	2506-47-62	65,4	64,7	8,8	9,8
	2521-48-31	74,7	69,3	7,2	5,9
1674-30-30 x свободное опыление	2521-48-59	73,2	67,9	9,8	8,7
	2521-48-94	71,4	74,3	6,3	4,6
Контроль	Йонкер ван Тетс	69,2	68,9	10,0	6,9
HCP _{os}		3,0	2,1	3,4	3,2

ственных условиях. Водный дефицит листьев после моделирования засухи в июне 2019 года повысился в 1,5...5,1 раза у отборных форм по сравнению с полевыми условиями. В июле у большей части изученных гибридов он значительно увеличился (от

2,0 до 10,0 %) по сравнению с июнем, что связано не только с частичным обезвоживанием, но и возрастом листьев. Минимальную величину водного дефицита (не более 20,0 %) в июне и июле отметили у 2466-46-23 и 2505-48-31 (табл. 3).

Таблица 2. Оводненность и водный дефицит листьев отборных сеянцев смородины красной в полевых условиях (июль) по годам, %

Комбинация суроннявания	0-6	Оводненн	ость листьев	Водный дефицит		
Комбинация скрещивания	Отборный сеянец	2019	2020	2019	2020	
	2466-46-23	73,3	65,0	2,7	5,3	
<i>Белая Потапенко х</i> 1426-21-80	2466-46-27	67,3	65,2	3,9	2,7	
	2466-46-28	65,4	61,3	2,5	5,6	
Мариодадициа у Пародойка	2503-47-48	64,8	62,5	2,0	3,3	
Мармеладница х Чародейка	2503-47-68	63,0	66,5	5,6	0,4	
	2504-47-4	64,1	61,9	3,6	0,5	
Дана х Светлица	2504-47-91	67,2	56,7	4,1	2,3	
	2504-47-131	65,5	63,0	5,0	3,5	
	2505-48-10	63,7	64,1	4,1	6,4	
Пападайуа v 1122 ЭЕ 127	2505-48-24	66,4	63,8	4,3	6,0	
Чародейка х 1123-25-137	2505-48-31	65,9	65,2	2,3	8,4	
	2505-48-72	73,4	69,0	5,0	7,2	
	2506-47-34	71,3	61,3	4,0	2,6	
014 04 22 v Coomguus	2506-47-36	66,4	62,0	1,7	1,1	
814-84-33 <i>х Светлица</i>	2506-47-51	58,6	61,2	3,8	7,2	
	2506-47-62	63,4	61,4	3,8	6,4	
	2521-48-31	63,8	65,1	5,8	5,2	
1674-30-30 x свободное опыление	2521-48-59	62,3	64,3	4,3	8,4	
	2521-48-94	67,7	69,0	7,2	6,7	
Контроль	Йонкер ван Тетс	63,4	64,9	8,5	6,8	
HCP ₀₅		2,1	2,2	2,4	3,3	

Таблица 3. Водный дефицит листьев отборных сеянцев смородины красной после моделирования засухи (2019 год), %

Таблица 4. Водный дефицит листьев отборных сеянцев смородины красной после моделирования засухи (2020 год), %

	0.6	Водный	дефицит	- V C	0.6	Водный	дефицит
Комбинация скрещивания	Отборный сеянец	июнь	июль	Комбинация скрещивания	Отборный сеянец	июнь	июль
	2466-46-23	17,3	13,1		2466-46-23	14,4	11,8
Белая Потапенко х 1426-21-80	2466-46-27	26,3	20,9	<i>Белая Потапенко х</i> 1426-21-80	2466-46-27	21,9	12,8
	2466-46-28	23,5	19,9		2466-46-28	16,2	24,9
M	2503-47-48	25,6	19,9	Manualaumanllanadaŭra	2503-47-48	18,6	13,8
Мармеладница х Чародейка	2503-47-68	21,4	27,4	Мармеладница х Чародейка	2503-47-68	15,8	24,9
	2504-47-4	14,2	21,3		2504-47-4	11,9	16,4
Дана х Светлица	2504-47-91	22,0	19,6	Дана х Светлица	2504-47-91	27,0	19,5
	2504-47-131	20,8	21,3		2504-47-131	17,5	28,5
	2505-48-10	18,4	24,8		2505-48-10	27,0	25,3
//	2505-48-24	10,8	21,3	Hana Payua y 1122 25 127	2505-48-24	13,9	22,4
Чародейка х 1123-25-137	2505-48-31	16,5	17,8	Чародейка x 1123-25-137	2505-48-31	40,8	20,6
	2505-48-72	19,9	30,2		2505-48-72	15,8	27,5
	2506-47-34	22,5	20,3		2506-47-34	15,3	23,0
014 04 22	2506-47-36	23,8	16,0	014 04 22 1/ (22 22 22 22 22 22 22 22 22 22 22 22 22	2506-47-36	15,6	25,7
814-84-33 <i>х Светлица</i>	2506-47-51	30,7	21,4	814-84-33 <i>х Светлица</i>	2506-47-51	16,2	25,4
	2506-47-62	29,9	28,1		2506-47-62	19,1	15,6
	2521-48-31	19,5	24,3		2521-48-31	16,4	27,8
1674-30-30 х свободное опыление	2521-48-59	12,2	27,3	1674-30-30 x свободное опыление	2521-48-59	18,8	19,4
	2521-48-94	29,8	33,3		2521-48-94	21,0	35,0
Контроль	Йонкер ван Тетс	19,7	13,3	Контроль	Йонкер ван Тетс	16,7	19,5
HCP ₀₅		8,6	8,9	HCP ₀₅		5,2	8,5

Таблица 5. Восстановление оводненности тканей листьев отборных форм смородины красной после моделирования засухи по годам, %

		Во	сстановление оводн	енности тканей листі	ьев
Комбинация скрещивания	Отборный сеянец	20)19	20	120
		июнь	июль	июнь	июль
	2466-46-23	85,8	79,7	107,6	134,1
Белая Потапенко x 1426-21-80	2466-46-27	168,8	90,9	180,8	78,5
	2466-46-28	135,1	75,3	126,5	51,1
Manuar 2,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,	2503-47-48	96,2	37,7	176,5	28,8
Мармеладница х Чародейка	2503-47-68	95,1	95,6	167,1	93,0
	2504-47-4	76,9	69,7	109,7	48,9
Дана х Светлица	2504-47-91	108,3	78,8	124,2	55,1
	2504-47-131	159,9	93,6	146,7	106,0
	2505-48-10	43,9	82,7	192,1	77,8
Uana 2 a Xua y 1122 25 127	2505-48-24	40,6	98,4	132,8	72,4
Народейка х 1123-25-137	2505-48-31	94,7	103,1	239,6	51,3
	2505-48-72	67,5	84,1	161,4	122,9
	2506-47-34	134,6	93,9	174,1	77,6
214 04 22	2506-47-36	153,8	78,2	159,8	124,4
814-84-33 х Светлица	2506-47-51	126,5	91,2	171,5	104,8
	2506-47-62	156,2	83,6	234,1	46,2
	2521-48-31	54,3	52,5	124,1	100,8
1674-30-30 x свободное опыление	2521-48-59	41,8	80,0	156,0	49,8
	2521-48-94	82,1	72,0	139,0	81,9
Контроль	Йонкер ван Тетс	124,1	117,3	205,9	60,5
HCP _{os}		20,6	64,6	24,4	32,4

Водный дефицит листьев у отборных сеянцев после моделирования засухи в июне 2020 года повысился в 1,9...8,9 раза по сравнению с полевыми условиями. В июле у большей части изучаемых гибридных форм смородины красной он увеличился в 2,2...8,5 раза по сравнению с июнем. Наибольший водный дефицит в лабораторных условиях зафиксирован в листьях гибридов 2503-47-68, 2504-47-4 и 2506-47-36 в 62,3, 32,8 и 23,4 раза соответственно, минимальный (не более 20,0 %) в июне и июле после моделирования засухи — у 2466-46-23, 2503-47-48, 2504-47-4, 2506-47-62, 2521-48-59 (табл. 4).

После моделирования засухи и последующего насыщения листьев водой отборные сеянцы 2466-46-27, 2503-47-68, 2504-47-131, 2506-47-34, 2506-47-36, 2506-47-51, 2518-50-33, 2520-50-33, 2521-48-94 характеризовались высокой способностью восстанавливать оводненность листьев на протяжении всего вегетационного периода (табл. 5).

Таким образом, меньший уровень оводненности установлен в июле у большинства отборных сеянцев смородины красной. В полевых условиях при достаточном увлажнении растений, у гибридов отмечен низкий водный дефицит. После моделирования засухи он повысился у всех опытных образцов, минимальная величина — у гибрида 2466-46-23. Отборные сеянцы 2466-46-23, 2466-46-27, 2503-47-68, 2504-47-131, 2506-47-34, 2506-47-36, 2506-47-51, 2521-48-94 характеризовались стабильно высокой способностью восстанавливать оводненность. Высокий уровень засухоустойчивости у формы 2466-46-23, средний — 2466-46-27, 2503-47-68, 2504-47-131, 2506-47-34, 2506-47-36, 2506-47-51, 2518-50-33, 2520-50-33, 2521-48-94.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- Казакова, Л.Н. Оценка адаптивной способности новых сортов смородины на юге Центрально-Черноземной зоны / Л.Н. Казакова // Ягодоводство на современном этапе. – Плодоводство: Самохваловичи, 2004 – С. 95–98.
- Кашин, В.И. Проблемы и перспективы развития садоводства России в XXI в./ В.И. Кашин // История, современность и перспективы развития садоводства России: мат. Межд. конф. 15-17 ноября 2000 г., М., 2000. – С. 3–25.
- Кушниренко, М.Д. Методы изучения водного обмена и засухоустойчивости плодовых растений / М.Д. Кушниренко, Э.А. Гончарова, Е.М. Бондарь. — Кишинев: Штиинца, 1970. — 80 с.
- Леонченко, В.Г. Предварительный отбор перспективных генотипов плодовых растений на экологическую устойчивость и биохимическую ценность плодов: метод. реком./. В.Г. Леонченко, Р.П. Евсеева, Е.В. Жбанова, Т.А. Черенкова. – Мичуринск, 2007. – 72 с.
- Ожерельева, З. Е. Изменение водного режима листьев яблони в течение вегетации / З.Е. Ожерельева, Н.Г. Красова, А.М. Галашева // Современное садоводство. — 2015. — № 1. — С. 87—92.
- 6. Панфилова, О.В. Влияние засухоустойчивости на физиолого-биохимические показатели листьев смородины красной. / О.В. Панфилова, О.Д. Голяева// Современное садоводство. -2013. № 4. С. 1-8.
- Панфилова, О.В. Влияние засухоустойчивости на показатели водного режима смородины красной. / О.В. Панфилова, О.Д. Голяева // Плодоводство и ягодоводство. — 2013. — № 4. — С. 1—8.
- Семенова, Л.Г. Особенности продуктивности смородины черной и красной в условиях Адыгеи / Л.Г. Семенова, Н.Р. Бжецева. — Майкоп, 2003. — 144 с.

Ozherelieva, Z. Study of the water regime dynamics of cherry in the summer period / Z. Ozherelieva, A. Lyakhova. //
E3S Web Conf., International Scientific and Practical Conference "Fundamental and Applied Research in Biology and Agriculture: Current Issues, Achievements and Innovations" (FARBA 2021) 24-25 February (2021) 02001.

LIST OF SOURCES

- Kazakova, L.N. Ocenka adaptivnoj sposobnosti novyh sortov smorodiny na yuge Central'no-Chernozemnoj zony / L.N. Kazakova // Yagodovodstvo na sovremennom etape. – Plodovodstvo: Samohvalovichi, 2004 – S. 95–98.
- 2. Kashin, V.I. Problemy i perspektivy razvitiya sadovodstva Rossii v XXI v./ V.I. Kashin // Istoriya, sovremennost' i perspektivy razvitiya sadovodstva Rossii: mat. Mezhd. konf. 15-17 noyabrya 2000 g., M., 2000. S. 3—25.
- Kushnirenko, M.D. Metody izucheniya vodnogo obmena i zasuhoustojchivosti plodovyh rastenij / M.D. Kushnirenko, E.A. Goncharova, E.M. Bondar'. – Kishinev: Shtiinca, 1970. – 80 s.
- Leonchenko, V.G. Predvaritel'nyj otbor perspektivnyh genotipov plodovyh rastenij na ekologicheskuyu ustojchivost' i biohimicheskuyu cennost' plodov: metod. re-

- kom./. V.G. Leonchenko, R.P. Evseeva, E.V. Zhbanova, T.A. Cherenkova. Michurinsk. 2007. 72 s.
- Ozherel'eva, Z.E. Izmenenie vodnogo rezhima list'ev yabloni v techenie vegetacii / Z.E. Ozherel'eva, N.G. Krasova, A.M. Galasheva // Sovremennoe sadovodstvo. 2015. № 1. S. 87–92.
- Panfilova, O.V. Vliyanie zasuhoustojchivosti na fiziologo-biohimicheskie pokazateli list'ev smorodiny krasnoj. / O.V. Panfilova, O.D. Golyaeva// Sovremennoe sadovodstvo. –2013. – № 4. – S. 1–8.
- Panfilova, O.V., Vliyanie zasuhoustojchivosti na pokazateli vodnogo rezhima smorodiny krasnoj. / O.V. Panfilova, O.D. Golyaeva // Plodovodstvo i yagodovodstvo. 2013. № 4. S. 1–8.
- Semenova, L.G. Osobennosti produktivnosti smorodiny chernoj i krasnoj v usloviyah Adygei / L.G. Semenova, N.R. Bzheceva. – Majkop, 2003. – 144 s.
- Ozherelieva, Z. Study of the water regime dynamics of cherry in the summer period / Z. Ozherelieva, A. Lyakhova. //
 E3S Web Conf., International Scientific and Practical Conference «Fundamental and Applied Research in Biology and Agriculture: Current Issues, Achievements and Innovations» (FARBA 2021) 24-25 February (2021) 02001.

О. Ю. Емельянова, *кандидат биологических наук* А. Н. Фирсов, *научный сотрудник*

Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур $P\Phi$, 302530, Орловская обл., Орловский р-н, д. Жилина E-mail:dendrariy@vniispk.ru

УДК 635.977:631.524.85:712

DOI:10.30850/vrsn/2021/5/53-57

ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РЕДКИХ ПЛОДОВЫХ РАСТЕНИЙ СЕМЕЙСТВА *ROSACEAE* JUSS.

Изменение климата, урбанизация, ростгородского населения иглобализация нездорового питания могут привести к серьезным проблемам, связанным с продовольственной безопасностью. Редкие плодовые растения обладают рядом ценных потребительских качестви устойчивостью кабиотическим ибиотическим факторам среды, высокими декоративными качествами, разноплановым и широким потенциалом использования в плодоводстве, селекции и озеленении. Данные виды могут служить источниками биологически активных веществ. Цель наших исследований — изучение эколого-биологических особенностей редких плодовых растений семейства Rosaceae генофонда дендрария ВНИИСПК для эффективного использования потенциала биоразнообразия видов в селекции. В течение трех лет (2018—2020) изучали 14 видов. По результатам комплексной эколого-биологической оценки выделено 8 перспективных адаптивных генотипов, которые рекомендуется использовать в качестве генисточников для селекции на получение сортов с комплексом хозяйственно ценных характеристик. Это Chaenomeles Maulei, Crataegus submollis, Amelanchier Canadensis, Amelanchier ovalis, Mespilus germanica, Padus virginiana, Padus Maackii и Malus prunifolia. В качестве генисточников по устойчивости к вредителям рекомендуются Malus niedzwetzkyana и Sorbus aria.

Ключевые слова: генофонд, редкие плодовые культуры, адаптивность, Rosaceae, селекция.

O.Yu. Emelyanova, *PhD in Biological sciences* A.N. Firsov, *researcher*

Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding RF,302530, Orlovskaya obl., Orlovskij r-n, d. Zhilina E-mail:dendrariy@vniispk.ru

AN ECOLOGICAL AND BIOLOGICAL FEATURES OF RARE FRUIT PLANTS OF THE *ROSACEAE* JUSS. FAMILY

Climate change, urbanization, urban population growth and the globalization of unhealthy diets can lead to serious food security challenges. Rare fruit plants have a number of valuable consumer qualities and are resistant to abiotic and biotic environmental factors, high decorative qualities, versatile and wide potential for use in fruit growing, breeding and gardening. These species can serve as sources of biologically active substances. The aim of our research was to study the ecological and biological characteristics of rare fruit plants of the Rosaceae family of the gene pool of the VNIISPK arboretum for the effective use of the potential of species biodiversity in breeding. The objects of study were 14 species.

The studies were carried out over three years (2018–2020). Based on the results of a comprehensive ecological and biological assessment of 14 species of rare fruit plants of the Rosaceae family of the gene pool of the VNIISPK arboretum, 8 promising adaptive genotypes were identified, which are recommended to be used as genetic sources for breeding for obtaining varieties with a complex of economically valuable characteristics. These are Chaenomeles Maulei, Crataegus submollis, Amelanchier Canadensis, Amelanchier ovalis, Mespilus germanica, Padus virginiana, Padus Maackii and Malus prunifolia. Malus niedzwetzkyana and Sorbus aria are recommended as sources of pest resistance.

Key words: gene pool, rare fruit crops, adaptability, Rosaceae, selection.

Возросшее техногенное воздействие на биосферу привело не только к глобальным нарушениям экологии и снижению уровня комфортности среды, но и создало условия, опасные для жизни и здоровья людей. [2, 13] Глобальные факторы (изменение климата, урбанизация, рост городского населения и глобализация нездорового питания) могут привести к серьезным проблемам, связанным с продовольственной безопасностью. [10]

В мире растет интерес к нетрадиционным и редким плодовым растениям, обладающим ценными полезными потребительскими характеристиками, высокими декоративными качествами, разноплановым и широким потенциалом использования в плодоводстве, селекции, озеленении и отвечающим современным требованиям по устойчивости к абиотическим и биотическим факторам среды. В то же время эти виды растений могут служить источниками биологически активных веществ (витамин С, фенольные соединения, каротиноиды, катехины, лейкоантоцианы, антоцианы и др.). Одно из основных направлений в процессе создания сортов нового поколения – поиск, мобилизация и сохранение генетических ресурсов диких родичей культурных растений с целью выделения комплексных доноров и генисточников хозяйственно ценных признаков. Аборигенная и интродуцированная флора России включает боярышник, рябину, черемуху, иргу, кизил, калину, малину, ежевику, шиповник, барбарис, магонию, лещину и другие плодовые растения, которые используют в пищу с древнейших времен. [11] На протяжении тысячелетий эти растения выработали высокую устойчивость к неблагоприятным условиям среды, которую хранят в своей геноплазме. Плоды и вегетативные органы таких растений используют в хлебопекарных, кондитерских и других отраслях пищевой промышленности, тем самым, обогащая традиционные продукты питания витаминами, пищевыми волокнами, дубильными веществами, флавоноидами, что значительно повышает ценность таких продуктов в условиях увеличения урабанизационной нагрузки на жителей мегаполисов, городов, крупных населенных пунктов. Высокое содержание в плодах дикорастущих плодовых и ягодных растений биологически активных веществ имеет значение при отборе родительских форм в селекции. [8] Интродуценты из других стран и континентов, обладающие комплексом хозяйственно ценных признаков также необходимо включать в селекционный процесс. Однако доля нетрадиционных плодовых и ягодных культур, используемых в селекции, незначительна и большинство из них принадлежит к семейству Rosaceae Juss.

Цель работы — изучение эколого-биологических особенностей редких плодовых растений семейства *Rosaceae* генофонда дендрария Всероссийского науч-

но-исследовательского института селекции плодовых культур (ВНИИСПК) для эффективного использования потенциала биоразнообразия видов в селекции.

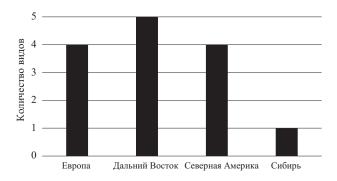
МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Дендрарий расположен в европейской части России в 368 км к юго-западу от г. Москва (53°00'N, 36°00'E), в полутора километрах от г. Орел в непосредственной близости от автострады Орел-Болхов, от которой отделен однорядной посадкой липы мелколистной. [13].

Плодовые и ягодные растения составляют 9,5 % общего количества таксонов генетической коллекции дендрария и включают шесть семейств, из которых Rosaceae самое многочисленное по количеству редких плодовых растений. [4] Исследовали 14 видов, принадлежащих к восьми родам (см. таблицу). В течение трех лет (2018–2020) определяли: зимостойкость – по семибалльной шкале П.И. Лапина и С.В. Сидневой [6], где 1 – высший балл; общее состояние растений – по трехбалльной шкале А.Г. Головача [1], где 1 — лучшее состояние; степень цветения и плодоношения растений - по шестибалльным шкалам А.Г. Головача [1], где 5 — высший балл; устойчивость к болезням и вредителям — визуально с учетом влияния данного фактора на декоративность по трехбалльной шкале (0 – поражение (повреждение) отсутствует, 1 -присутствует без потери декоративности, 2 – с потерей декоративности).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Естественные ареалы произрастания объектов исследования находятся в различных эколого-географических зонах (см. рисунок), что может быть причиной их неодинаковой устойчивости к биотическим и абиотическим факторам внешней среды. Растения флоры Дальнего Востока из-за сложных климатических условий в ареале естественного произрастания, как правило, оказываются наиболее



Количество видов объектов исследования по экологогеографическим зонам дендрария.

Объекты исследования. Эколого-биологические особенности, балл

Вид	Эколого-географическое происхождение	Зимостойкость	Общее состояние	Поражаемость болезнями	Повреждаемость вредителями
Айва японская низкая Chaenomeles Maulei (Mast.)Schneid.	Дальний Восток	1,0	1,2	1,1	0,1
Боярышник перистонадрезанный Crataegus pinnatifida Bge.	Дальний Восток	1,0	1,8	1,0	1,1
Боярышник полумягкий Crataegus submollis Sarg.	Северная Америка	1,0	1,2	1,1	1,2
Ирга канадская Amelanchier canadensis (L.) Medik.	Северная Америка	1,0	1,1	0,3	1,0
Ирга круглолистная Amelanchier ovalis Medik.	Европа	1,0	1,0	0,2	1,0
Мушмула германская Mespilus germanica L.	Европа	1,1	1,1	0,0	0,1
Рябина американская Sorbus americana Marsch.	Северная Америка	1,8	2,2	1,2	1,2
Рябина мучнистая <i>Sorbus aria</i> (L.)Crantz	Европа	2,1	1,9	1,3	0,8
Рябина сибирская Sorbus sibirica Hedl.	Сибирь	2,6	2,3	2,2	1,7
Черемуха виргинская Padus virginiana (L.) Mill.	Северная Америка	1,0	1,0	1,1	1,0
Черемуха Маака <i>Padus Maackii</i> (Rupr.)Kom.et Alisova	Дальний Восток	1,0	1,1	0,4	1,1
Черемуха обыкновенная Padus racemosa (Lam.)Gilib.	Европа	1,0	1,2	0,2	2,4
Яблоня китайка желтая <i>Malus prunifolia</i> (Willd.) Borkh.	Дальний Восток	1,0	1,0	0,9	0,8
Яблоня Недзвецкого <i>Malus niedzwetzkyana</i> Dieck.	Дальний Восток	1,0	2,2	0,8	0,8
V, %		41,2	34,9	69,3	56,2

устойчивыми к условиям средней полосы, по сравнению с растениями других регионов.

Стабильное цветение и плодоношение у сортов — залог высоких урожаев. Однако в процессе селекции при отборе родительских пар данный признак не всегда определяющий. Поэтому мы отбирали виды, которые могли бы стать генисточниками определенных хозяйственно ценных признаков или их комплекса. Стабильное цветение и плодоношение отмечено у Chaenomeles Maulei, Crataegus submollis, Amelanchier ovalis, Padus virginiana, Padus Maackii, Padus racemose, Malus prunifolia и Malus niedzwetz-kyana. Эти виды можно рекомендовать в качестве генисточников для селекции на получение высокоурожайных сортов.

Зимостойкость — один из ведущих факторов при подборе родительских пар в процессе создания новых сортов в районах с умеренным климатом. Очень низкие температуры, особенно при отсутствии снега, зимние оттепели, поздние весенние и ранние осенние заморозки могут привести к повреждению тканей и отдельных органов растений. [2, 5, 9] Учет полевой зимостойкости объектов исследования проводили визуально в полевых условиях по завершению распускания почек, изменчивость наблюдалась средняя — 41,2%. Было выявлено, что у Mespilus germanica и Sorbus Americana могут подмерзать однолетние побеги, Sorbus aria и Sorbus sibirica — однолетние и двулетние. Остальные виды хорошо пере-

носят неблагоприятные условия зимнего периода средней полосы России (см. таблицу).

Ежегодно в конце вегетационного периода оценивали общее состояние редких плодовых культур, изменчивость — 34,9 %. Шесть объектов находятся в отличном состоянии (1,0...1,1 балла): Amelanchier Canadensis, Amelanchier ovalis, Mespilus germanica, Padus virginiana и Padus Maackii. У Mespilus germanica наблюдали зимние повреждения однолетних побегов, но ежегодное отличное состояние данного вида в конце вегетационного периода говорит о его высокой восстановительной способности, что важно в регионах с неустойчивым зимним периодом.

Устойчивость декоративных растений к болезням и вредителям — один из основных компонентов их адаптивности и важный фактор при подборе родительских пар в процессе селекции, влияющий, в том числе, на декоративные качества объектов, что определяет возможность их использования для озеленения. [3, 5] Изменчивость объектов исследования по устойчивости к болезням высокая — 69,3 %. Были выявлены септориоз (Septoria Sacc.) и монилиоз (Sclerotinia fructigena Aderh.) у представителей рода Sorbus L.

Основные вредители редких плодовых растений в период исследований — тля (Aphididae Latreille) и розанная листовертка (Acleris bergmanniana Linnaeus) на Crataegus submollis, Sorbus Americana, Sorbus sibirica и Padus racemose. Варьирование по данному признаку среднее — 56,2%.

Многие нетрадиционные плодовые культуры обладают высокой степенью декоративности, что расширяет потенциал их использования от плодоводства и селекции до озеленения объектов различного назначения. Оценивая декоративность объектов исследования, мы учитывали правильное развитие формы кроны, оригинальность ее строения, яркость и сочность окраски листвы в разные периоды вегетации, обильность и продолжительность цветения, декоративность плодов и продолжительность их нахождения на растениях, эмоциональное воздействие. В период цветения все объекты исследования обладают высокой декоративностью. Наиболее декоративные плоды с длительным периодом нахождения их на растениях отмечены у Crataegus pinnatifida, Crataegus submollis, Sorbus americana, Sorbus aria, Sorbus sibirica и Malus prunifolia. Представители родов Crataegus Tourn. ex L. и Sorbus имеют яркую осеннюю окраску листвы.

Выводы. По результатам комплексной экологобиологической оценки 14 видов редких плодовых растений семейства *Rosaceae* генофонда дендрария ВНИ-ИСПК выделено восемь перспективных адаптивных генотипа, которые рекомендуется использовать в качестве генисточников для селекции на получение сортов с комплексом хозяйственно ценных характеристик: *Chaenomeles Maulei, Crataegus submollis, Amelanchier Canadensis, Amelanchier ovalis, Mespilus germanica, Padus virginiana, Padus Maackii* и *Malus prunifolia*. В качестве генисточников по устойчивости к вредителям рекомендуются *Malus niedzwetzkyana* и *Sorbus aria*.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- 1. Головач, А.Г. Деревья, кустарники и лианы ботанического сада БИН АН СССР / А.Г. Головач. Л.: Наука, 1980. 188 с.
- 2. Дубовицкая, О.Ю. Создание устойчивых средоулучшающих фитотехнологий в Центрально-Черноземном регионе России / О.Ю. Дубовицкая // Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. 2013. № 11 С. 20—26.
- 3. Емельянова, О.Ю. К методике комплексной оценки декоративности древесных растений / О.Ю. Емельянова // Современное садоводство — Contemporary horticulture. — 2016. — № 3 (19). — С. 54—74. URL: http://journal.vniispk. ru/pdf/2016/3/38.pdf.
- Емельянова, О.Ю. Генофонд плодовых и ягодных растений дендрария ВНИИСПК / О.Ю. Емельянова, А.Н. Фирсов, Л.И. Масалова // Селекция и сорторазведение садовых культур. – 2019. – Т. 6. – № 1. – С. 47–51.
- 5. Емельянова, О.Ю. Эколого-биологические особенности видов хвойных растений рода Рісеа при оценке перспективности их распространения в Орловской области / О.Ю. Емельянова, М.Ф. Цой, Л.И. Масалова и др. // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2020. № 3. С. 30—34.
- Лапин, П.И. Оценка степени подмерзания видов растений/ П.И. Лапин, С.В. Сиднева // Древесные растения Главного ботан. сада АН СССР. — М.: Наука, 1975. — С. 18—19.
- Масалова, Л.И. Хвойные растения дендрария ВНИ-ИСПК (биология, агротехника, сорта) / Л.И. Масалова, О.Ю. Емельянова. – Орел: ВНИИСПК, 2018. – 56 с.
- 8. Нетрадиционные плодовые культуры / сост. Е.П. Куминов. Ростов Н/Д: Феникс; Харьков: Фолио, 2005. 256 с.

- 9. Ожерельева, З.Е. Определение основных компонентов зимостойкости видов декоративных деревьев и кустарников разного эколого-географического происхождения в контролируемых условиях / З.Е. Ожерельева, О.Ю. Емельянова, А.Н. Фирсов // Современное садоводство Contemporary horticulture. 2017. № 2. С. 17—24. URL: http://journal.vniispk.ru/pdf/2017/2/11.pdf.
- Семенова, О.А. Продовольственная безопасность и безопасность питания в механизме реализации прав человека в современном государстве / О.А. Семенова // Конституционализм и государствоведение. 2020. № 2 (18). С. 39—43.
- 11. Сорокопудов, В.Н. Совершенствование сортимента нетрадиционных садовых культур России / В.Н. Сорокопудов, Г.А. Ренгартен, Р.В. Подкопайло и др.// Фундаментальные исследования. 2013. № 11-1. С. 115—121.
- 12. Bessonova, V.P. Influence of multicomponent contamination on the content of photosynthetic pigments in the leaves of woody plants commonly planted for greening of cities / V.P. Bessonova, A.S. Chongova, A.V. Sklyarenko // Biosystems Diversity. 2020. 28 (2). C. 203—208. doi:10.15421/012026.
- 13. Masalova, L. Ecological and biological features of the development of introduced species of the genus Abies MILL/L. Masalova, O. Emelyanova, M. Tsoy et al. // E3S Web of Conferences. Cep. "International Scientific and Practical Conference "Fundamental and Applied Research in Biology and Agriculture: Current Issues, Achievements and Innovations", FAR-BA, 2021, doi: 10.1051/e3sconf/202125406001.

LIST OF SOURCES

- Golovach, A.G. Derev'ya, kustarniki i liany botanicheskogo sada BIN AN SSSR / A.G. Golovach. – L.: Nauka, 1980. – 188 s.
- Dubovickaya, O. Yu. Sozdanie ustojchivyh sredouluchshayushchih fitotekhnologij v Central'no-Chernozemnom regione Rossii / O.Yu. Dubovickaya // Voprosy biologicheskoj, medicinskoj i farmacevticheskoj himii. – 2013. – № 11 – S. 20–26.
- Emel'yanova, O.Yu. K metodike kompleksnoj ocenki dekorativnosti drevesnyh rastenij / O.Yu. Emel'yanova // Sovremennoe sadovodstvo – Contemporary horticulture. – 2016. – № 3 (19). – S. 54–74. URL: http://journal.vniispk. ru/pdf/2016/3/38.pdf.
- Emel'yanova, O.Yu. Genofond plodovyh i yagodnyh rastenij dendrariya VNIISPK / O.Yu. Emel'yanova, A.N. Firsov, L.I. Masalova // Selekciya i sortorazvedenie sadovyh kul'tur. 2019. T. 6. № 1. S. 47–51.
- Emel'yanova, O.Yu. Ekologo-biologicheskie osobennosti vidov hvojnyh rastenij roda Picea pri ocenke perspektivnosti ih rasprostraneniya v Orlovskoj oblasti / O.Yu. Emel'yanova, M.F. Coj, L.I. Masalova i dr. // Vestnik rossijskoj sel'skohozyajstvennoj nauki. – 2020. – № 3. – S. 30–34.
- Lapin, P.I. Ocenka stepeni podmerzaniya vidov rastenij/ P.I. Lapin, S.V. Sidneva // Drevesnye rasteniya Glavnogo botan. sada AN SSSR. – M.: Nauka, 1975. – S. 18–19.
- Masalova, L.I. Hvojnye rasteniya dendrariya VNI-ISPK (biologiya, agrotekhnika, sorta) / L.I. Masalova, O.Yu. Emel'yanova. – Orel: VNIISPK, 2018. – 56 s.
- 8. Netradicionnye plodovye kul'tury / sost. E.P. Kuminov. Rostov n/D: Feniks; Har'kov: Folio, 2005. 256 s.
- Ozherel'eva, Z.E. Opredelenie osnovnyh komponentov zimostojkosti vidov dekorativnyh derev'ev i kustarnikov raznogo ekologo-geograficheskogo proiskhozhdeniya v kontroliruemyh usloviyah / Z.E. Ozherel'eva, O.Yu. Emel'yanova, A.N. Firsov // Sovremennoe sadovodstvo – Contemporary

- horticulture. -2017. $-N_{\odot}$ 2. -S. 17–24. URL: http://journal.vniispk.ru/pdf/2017/2/11.pdf.
- 10. Semenova, O.A. Prodovol'stvennaya bezopasnost' i bezopasnost' pitaniya v mekhanizme realizacii prav cheloveka v sovremennom gosudarstve / O.A. Semenova // Konstitucionalizm i gosudarstvovedenie. 2020. № 2 (18). S. 39–43.
- Sorokopudov, V.N. Sovershenstvovanie sortimenta netradicionnyh sadovyh kul'tur Rossii / V.N. Sorokopudov, G.A. Rengarten, R.V. Podkopajlo i dr.// Fundamental'nye issledovaniya. – 2013. – № 11-1. – S. 115–121.
- 12. Bessonova, V.P. Influence of multicomponent contamination on the content of photosynthetic pigments in the
- leaves of woody plants commonly planted for greening of cities / V.P. Bessonova, A.S. Chongova, A.V. Sklyarenko // Biosystems Diversity. -2020.-28 (2). -C. 203-208. doi:10.15421/012026.
- 13. Masalova, L. Ecological and biological features of the development of introduced species of the genus Abies MILL/L. Masalova, O. Emelyanova, M. Tsoy et al.// E3S Web of Conferences. Cep. "International Scientific and Practical Conference "Fundamental and Applied Research in Biology and Agriculture: Current Issues, Achievements and Innovations, FARBA, 2021, doi: 10.1051/e3sconf/202125406001.

К.М. Кулдошова

А.А. Ахунов, доктор биологических наук, профессор Н.Р. Хашимова, доктор биологических наук Д.Т. Бабаева, кандидат биологических наук М.И. Нурматова

Институт биоорганической химии имени академика А.С. Садыкова АН РУз 100125, Республика Узбекистан, г. Ташкент, просп. Мирзо Улугбека, 83 E-mail: zarabarlos90@bk.ru

УДК 577.124.5:633.511

DOI:10.30850/vrsn/2021/5/57-60

ВЛИЯНИЕ АБК И ИУК НА СОДЕРЖАНИЕ РЕДУЦИРУЮЩИХ САХАРОВ И ЭНДОГЕННЫХ ФИТОГОРМОНОВ В ХЛОПЧАТНИКЕ ПРИ ЗАСОЛЕНИИ

В статье приведены результаты исследования влияния экзогенных фитогормонов АБК и ИУК на содержание редуцирующих сахаров и эндогенных фитогормонов в проростках хлопчатника сортов Порлок-4 и Равнак-1. Экзогенные фитогормоны (АБК и ИУК) способны заметно изменять уровень устойчивости хлопчатника к неблагоприятным факторам среды. Действие АБК повышает устойчивость хлопчатника к засолению. Биотехнологический сорт Равнак-1 проявил чувствительность к длительному воздействию засоления. В комплексе с фитогормонами в растениях увеличивается содержание редуцирующих сахаров и эндогенных фитогормонов солевого стресса. У сорта Порлок-4 под воздействием засоления содержание редуцирующих сахаров и эндогенных фитогормонов повышалось незначительно, в силу заложенной способности сорта к адаптации. Проведенные исследования позволяют заключить, что фитогормоны активно вовлекаются в процессы формирования устойчивости хлопчатника к действию неблагоприятных факторов среды абиотической природы. Ключевые слова: хлопчатник, засоление, редуцирующие сахара, фитогормоны, абсцизовая кислота, индолилуксусная кислота.

K.M. Kuldoshova

A.A. Akhunov, Grand PhD in Biological sciences, Professor N.R. Khashimova, Grand PhD in Biological sciences D.T. Babaeva, PhD in Biological sciences M.I. Nurmatova

A.S. Sadykov Institute of Bioorganic chemistry 100125, Republica Uzbekistan, g. Tashkent, prosp. Mirzo Ulugbeka, 83 E-mail: zarabarlos90@bk.ru

THE EFFECT OF ABA AND IAA PHYTOHORMONES ON THE REDUCING SUGARS AND ENDOGENOUS PHYTOHORMONES CONTENT OF COTTON PLANT UNDER SALIFICATION

This article investigates the effect of exogenous phytohormones ABA and IAA on the content of reducing sugars and endogenous phytohormones in cotton seedlings of varieties Porlok-4, obtained on the basis of gene knockout technology and a marker of associated breeding — Ravnak-1. Exogenous phytohormones (ABA and IAA) can significantly change the level of cotton resistance to unfavorable environmental factors. Under the action of exogenous ABA causes an increase of cotton resistance to salinity. Biotechnological cotton variety Ravnak-1 showed sensitivity to prolonged exposure to salinity in combination with phytohormones, increasing the content of reducing sugars and endogenous phytohormones, depending on the duration of salt stress. In the Porlok-4 variety, under the influence of salinity, the content of reducing sugars and endogenous phytohormones had an insignificant increase, due to the inherent adaptive capacity of the variety. The conducted studies allow us to conclude that phytohormones are actively involved in the formation of cotton resistance to the action of unfavorable environmental factors of an abiotic nature.

Key words: cotton, salinization, reducing sugars, phytohormones, abscisic acid, indoleacetic acid.

Фитогормоны – важные компоненты регуляторной системы хлопчатника. Они играют ключевую роль не только в ростовых и морфогенетических процессах, но и адаптивных реакциях, связанных с влиянием неблагоприятных факторов. Стрессовые гормоны могут регулировать ответ растительных клеток на широкий спектр негативных воздействий. [5] Эндогенные сигнальные молекулы абсцизовой кислоты (АБК) помогают растениям выживать в неблагоприятных условиях окружающей среды, таких как солевой стресс и засуха. [11] АБК способствует биосинтезу сахаров в растениях при абиотическом стрессе и повышению их устойчивости к аномальным условиям роста. [9] Уровни глюкозы и фруктозы повышаются при дефиците воды, что сопровождается повышенной активностью вакуолярной инвертазы, а экспрессия гена фермента инвертазы (IVR2) усиливается при участии АБК. [13] Фарук и Бано отмечают, что АБК регулирует накопление растворимых сахаров, модулируя активность фермента амилазы в условиях стресса. [7]

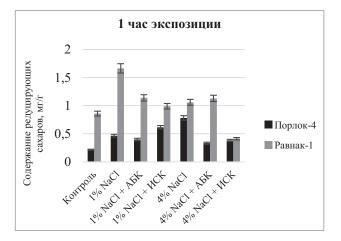
Индолилуксусная кислота (ИУК) влияет на рост и развитие растений, способствует формированию сосудистой ткани, удлинению клеток, органогенезу и апикальному доминированию из-за максимального накопления ауксина. [10] Информации об участии ИУК в механизме регуляции при солевом стрессе у растений недостаточно.

Важная адаптивная реакция растений при засолении — накопление неорганических и органических осмолитов, способствующих поддержанию тургора, предотвращающих инактивацию ферментов и повреждение клеточных мембран и органелл. [4, 8]

Углеводы служат основным дыхательным субстратом, формой запасания и транспорта углерода, обусловливают устойчивость растений к неблагоприятным условиям.

Редуцирующие сахара предотвращают повреждения, которые могут быть вызваны засухой и действием солей. Увеличивая стабильность мембраны, РНК, ДНК, рибосом, они функционируют в качестве сигнальных молекул, контролируя метаболизм, рост, развитие и устойчивость растений. [12]

Цель работы — выявление роли фитогормонов в ответных реакциях различных сортов хлопчатника на начальных этапах действия засоления.



МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объект исследования — биотехнологические сорта хлопчатника, выведенные методами — геннакаут (Π орлок-4) и MAC (маркер ассоциированная селекция) Pавнак-1.

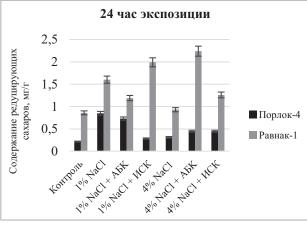
Семена хлопчатника, предоставленные Центром геномики и биоинформатики Академии Наук Республики Узбекистан, обрабатывали концентрированной серной кислотой, промывали под струей холодной воды, затем заворачивали в бумажные рулоны, помещали в сосуды с водой и проращивали в течение семи суток. Проростки помещали отдельно в растворы АБК, ИУК концентрацией 10-7 М. Солевой стресс имитировали 1%-м раствором NaCl (172 мМ), 4%-м (688 мМ) совместно с фитогормонами. Экспозиция — 1 ч и 24 ч. Контрольные проростки помещали в воду.

Содержание редуцирующих сахаров определяли методом Шомоди-Нельсона [1]. АБК и ИУК из проростков выделяли по схеме: разрушение клеточных стенок жидким азотом \rightarrow экстракция метанолом \rightarrow очистка полученного экстракта от сопутствующих соединений \rightarrow выпаривание под вакуумом (40°С) до водного остатка, который подкисляли 2H $_2$ SO $_4$, pH $_3$ S. $_3$, \rightarrow фиксирование экстракта серным эфиром - четырехкратно \rightarrow упаривание объединенных полученных эфирных фракций под вакуумом (30°С) досуха.

Количественный анализ фитогормонов АБК и ИУК проводили методом высокоэффективной жидкостной хроматографии в Agilent technologies 1200. Колонку 250 х 4,6 мм сильного анионита (сферические частицы 5 мкм от Adsorbosphere SAX, Alltech Associates) использовали для следующего этапа очистки. Образцы (35 %) растворяли в ацетонитриле, 65 % — в 0,1%-й фосфорной кислоте. Детектор УФ-поглощения с фиксированной длиной волны модели 440 Waters (254 нм) для обнаружения АБК и ИУК был соединен последовательно.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Фитогормоны АБК и ИУК способствовали накоплению редуцирующих сахаров в сортах хлопчатника *Порлок-4* и *Равнак-1* при продолжительном воздействии солевого стресса (см. рисунок). У *Пор*-



Содержание редуцирующих сахаров в семисуточных проростках хлопчатника *Порлок-4* и *Равнак-1* при комплексном воздействии фитогормонов и солевого стресса.

Влияние экзогенных фитогормонов на содержание эндогенных в семисуточных проростках хлопчатника сортов *Порлок-4* и *Равнак-1* при засолении

Danuara anum	Порл	ток-4	Равн	ıак-1
Вариант опыта	14	24 ч	14	24 ч
Контроль	0,2133	0,2892	0,9456	1,0065
контроль	0,2023	0,2920	0,4768	0,4361
1%-й NaCl	0,2324	0,6227	1,8449	0,5507
170-и NaCi	0,1952	0,5503	0,6109	0,3180
1%-й NaCl + АБК	0,3707	0,3752	0,6773	0,7240
170-W Naci + ADK	0,2590	0,1999	0,2363	0,2250
1%-й NaCl + ИУК	0,215	0,3500	0,5147	1,5952
170 W NUCL 1 WAIN	0,1750	0,200	0,2299	0,5306
4%-й NaCl	0,4118	0,3713	0,6971	1,3218
470 W NUCI	0,300	0,2094	0,1997	0,5084
4%-й NaCl + AБK	0,3072	0,5322	0,900	1,0131
T/O W NUCL 1 ADK	0,2330	0,1361	0,255	0,3558
4%-й NaCl + ИУК	0,1780	0,225	1,0024	1,5046
→ /0-N NαCI → N/N	0,1550	0,1100	0,3062	0,8660

Примечание. Верхняя строка — содержание АБК, нижняя — ИУК, мкг/г сырой массы.

 $no\kappa$ -4 через час воздействия 4%-м NaCl их количество было в 3,6 раза больше, 1%-м NaCl совместно с ИУК — в 2,8 раза по сравнению с контролем. На 24 ч экспозиции в вариантах с 1%-м NaCl и 1%-м NaCl+AБК содержание редуцирующих сахаров возросло в 3,9 и 3,4 раза соответственно.

У сорта *Равнак-1* через час воздействия 1%-м NaCl и 1%-м NaCl+AБK значения содержания сахаров превышали контроль в 1,9 и 1,3 раза соответственно, 24 ч (1%-й NaCl+ИУК и 4%-й NaCl+AБK) -2,6 и 2,3 раза соответственно.

Накопившиеся в цитоплазме органические соединения, например, растворимые углеводы и пролин, в отличие от одновалентных ионов, не оказывая отрицательного действия на мембраны и ферменты, уравновешивают осмотический потенциал в вакуолях растений. [2]

Определили влияние АБК и ИУК на содержание эндогенных фитогормонов в условиях засоления (см. таблицу).

Формирование устойчивости растений к действию стресс-факторов представляет собой сложный, многокомпонентный процесс, включающий в себя как специфические, так и общие реакции. К числу последних относят, в частности, изменение количества отдельных фитогормонов и их баланса. Чаще всего под влиянием стрессоров в тканях растений снижается содержание гормонов, стимулирующих рост и развитие (ауксины, гиббереллины, цитокинины) и повышается концентрация гормонов — ингибиторов роста (АБК, этилен, жасмоновая кислота). [6]

У сорта *Порлок-4* самое высокое содержание фитогормона АБК после часа экспозиции наблюдали при действии 1%-м NaCl + ABK и 4%-м NaCl, превышающее значение контроля в 1,7 и 1,9 раза соответственно, через 24 ч (1%-й NaCl и 4%-й NaCl + AБK) — в 2,2 и 1,8 раза соответственно.

Максимальное количество фитогормона ИУК выявлено после часа воздействия стресса (4%-й NaCl) у сорта Π орлок-4, превысившее в 1,5 раза контроль, через 24 ч (1%-й NaCl) — 1,9 раза.

У хлопчатника сорта Pавнак-1 максимальное содержание AБК после часа стресса обнаружено при действии 1%-м NaCl и 4%-м NaCl + ИУК, которое превышало значение контроля в 1,9 и 1,0 раза, после 24 ч (1%-й NaCl + ИУК, 4%-й NaCl и 4%-й NaCl + ИУК) — в 1,6, 1,3 и 1,5 раза соответственно.

Количество ИУК через час опыта (1%-й NaCl) увеличилось в 1,3 раза по сравнению с контролем, 24 ч (4%-й NaCl + ИУK) - 1,9 раза.

В растениях при действии дефецита влаги, засоления, низких и высоких температур, тяжелых металлов повышается содержание эндогенной АБК. Установлена связь между ее количеством и формированием устойчивости растений к стрессорам. [3]

Накопление фитогормонов в проростках хлопчатника при засолении было временным. Повидимому, АБК способна влиять на экспрессию генетических программ в клетках и индуцировать деятельность генов, контролирующих синтез белков, имеющих значение для формирования устойчивости. Изменение баланса фитогормонов в сторону снижения уровня стимуляторов (ИУК) и накопления ингибиторов (АБК) в более поздние периоды адаптации также имеет важное значение, поскольку приводит к торможению ростовых процессов, в результате чего энергетические и пластические ресурсы не тратятся на рост, а направляются на поддержание структур клетки в неблагоприятных условиях. [5]

Таким образом, сорт хлопчатника *Равнак-1* чувствителен к засолению. В комплексе с фитогормонами в растениях увеличивается содержание редуцирующих сахаров и эндогенных фитогормонов в зависимости от продолжительности солевого стресса.

Сорт *Порлок-4* — солеустойчивый. Под воздействием засоления содержание редуцирующих сахаров и эндогенных фитогормонов в растениях повышалось незначительно из-за заложенной способности сорта к адаптации.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- Варфоломеева, С.Д. Методы изучения и свойства целлюлозолитических ферментов. Итоги науки и техники, серия биотехнология. – М., 1990. – Т. 25. – 150 с.
- 2. Кафи, М. Содержание углеводов и пролина в листьях, корнях и апексах сортов пшеницы, устойчивых и чувствительных к засолению / М. Кафи, В.С. Стюарт, А.М. Борланд. // Физиология растений. 2003. Т. 50. С. 174—182, 321—336.
- Колупаев, Ю.Е. Активные формы кислорода, антиоксиданты и устойчивость растений к действию стрессоров / Ю.Е. Колупаев, Ю.В. Карпец. Киев: Логос, 2019. 277 с.
- Кузнецов, В.В. Пролин при стрессе: биологическая роль, метаболизм, регуляция / В.В. Кузнецов, Н.И. Шевякова. // Физиология растений. – 1999. – Т. 46. – С. 321–336.
- 5. Таланова, В.В. Фитогормоны как регуляторы устойчивости растений к неблагоприятным факторам среды: автореф. дис.... д. б. н. Петрозаводск, 2009. 44 с.
- 6. Титов, А.Ф. Устойчивость растений и фитогормоны / А.Ф. Титов, В.В. Таланова. — Петрозаводск, 2009. — 206 с.
- Farooq, U. Effect of abscisic acid and chlorocholine chloride on nodulation and biochemical content of Vigna radiate L. under water stress / U. Farooq, A. Bano. // Pak. J. Bot. – 2006. – № 38. – P. 1511–1518.

- 8. Hare, P.D. Dissecting the role of osmolyte accumulation during stress / P.D. Hare, W.A. Cress, van Staden. // J. Plant Cell Environ. – 1998. – V. 21. – P. 535–553.
- Karimi, R. Role of exogenous abscisic acid in adapting of 'Sultana' grapevine to low-temperature stress / R. Karimi, A. Ershadi. // Acta Physiol. Plant. – 2015. – № 37. – P. 151.
- 10. Lau, S. The evolving complexity of the auxin pathway / S. Lau, G. Jurgens, I. De Smet. // Plant Cell. - 2008. - V. 20. -P. 1738-1746.
- 11. Raghavendra, A.S. ABA perception and signalling / A.S. Raghavendra, V.K. Gonugunta, A. Christmann, E. Grill. // Trends Plant Sci. – 2010. – V. 15. – P. 395–401.
- 12. Rolland, F. Sugar sensing and signaling in plants: conserved and novel mechanisms / F. Rolland, B. Gonzelez, J. Sheen. // Ann. Rev. Plant Biol. – 2006. – V. 57. – P. 675–709.
- 13. Trouverie, J. Regulation of vacuolar invertase by abscisic acid or glucose in leaves and roots from maize plantlets / J. Trouverie, S. Chateau-Joubert, C. Thevenot et al. // Planta. -2004. - V. 219. - P. 894-905.

LIST OF SOURCES

- 1. Varfolomeeva, S.D. Metody izucheniya i svoystva cellyulozoliticheskix fermentov. Itogi nauki i texniki, seriya biotexnologiya. - M., 1990. - T. 25. - 150 s.
- 2. Kafi, M. Soderjanii uglevodov I prolina v listyax, kornyax I apeksax sortov pshenitsy, ustoychivyx b chuvstvitel'nyx k zasoleniyu / M. Kafi, V.S. Styuart, A.M. Borland. // Fiziologiya rasteniya. -2003. -T. 50. -S. 174-182.
- 3. Kolupayev, Yu.E. Aktivniye formy kisloroda, antioksidanyy I ustoychivost' rasteniy k deystviyu stressorov / Yu.E. Kolupayev, Yu.V. Karpets. – Kiev: Logos. – 2019. – 277 s.

- 4. Kuznetsov, V.V. Prolin pri stresse: biologicheskaya rol', metabolism, regulyatsiya / V.V. Kuznetsov, N.I. Shevyakova. // Fiziologiya rasteniya. - 1999. - T. 46. -S. 321-336.
- 5. Talanova, V.V. Fitogormony kak regulyatory ustoychivosti rastenij k neblagopriyatnym faktoram sredy: avtoref. dis.... d.b.n. - Petrozavodsk, 2009. - 44 s.
- 6. Titov, A.F. Ustoychivost' rastenij i fitogormony / A.F. Titov, V.V. Talanova. - Petrozavodsk, 2009. - 206 s.
- 7. Farooq, U. Effect of abscisic acid and chlorocholine chloride on nodulation and biochemical content of Vigna radiate L. under water stress / U. Farooq, A. Bano. // Pak. J. Bot. -2006. $- N_{\text{0}} 38$. - P. 1511-1518.
- Hare, P.D. Dissecting the role of osmolyte accumulation during stress / P.D. Hare, W.A. Cress, van Staden. // J. Plant Cell Environ. – 1998. – V. 21. – P. 535–553.
- 9. Karimi, R. Role of exogenous abscisic acid in adapting of 'Sultana'grapevine to low-temperature stress / R. Karimi, A. Ershadi. // Acta Physiol. Plant. — 2015. — № 37. — P. 151.
- 10. Lau, S. The evolving complexity of the auxin pathway / S. Lau, G. Jurgens, I. De Smet. // Plant Cell. - 2008. -V. 20. – P. 1738–1746.
- 11. Raghavendra, A.S. ABA perception and signalling / A.S. Raghavendra, V.K. Gonugunta, A. Christmann, E. Grill. // Trends Plant Sci. – 2010. – V. 15. – P. 395–401.
- 12. Rolland, F. Sugar sensing and signaling in plants: conserved and novel mechanisms / F. Rolland, B. Gonzelez, J. Sheen. // Ann. Rev. Plant Biol. – 2006. – V. 57. – P. 675–709.
- 13. Trouverie, J. Regulation of vacuolar invertase by abscisic acid or glucose in leaves and roots from maize plantlets / J. Trouverie, S. Chateau-Joubert, C. Thevenot et al. // Planta. -2004. - V. 219. - P. 894-905.

В.Н. Золотарев, кандидат сельскохозяйственных наук

ФНЦ «ВИК имени В.Р. Вильямса»

 $P\Phi$, 141055, Московская обл., г. Лобня, ул. Научный городок, корп. 1 E-mail: vnii.kormov@yandex.ru

УДК 633.322: 631. 551/.552/.559.2

DOI: 10.30850/vrsn/2021/5/60-67

АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ УБОРКИ КЛЕВЕРА ПОЛЗУЧЕГО **HA CEMEHA**

Изучены особенности динамики формирования урожайности семян клевера ползучего нового сорта Луговик с различным количеством созревших головок, а также проведена сравнительная оценка эффективности способов уборки семенного травостоя с использованием десиканта контактного действия на основе диквата Реглон Супер в условиях Центрального Нечерноземья. Клевер ползучий (Trifolium repens L.) — один из лучших бобовых компонентов для создания культурных луговых и пастбищных агрофитоценозов в районах с умеренным климатом. Большой дефицит и высокий рыночный спрос на его семена вызывает острую необходимость организации товарного семеноводства сортов отечественной селекции. Сбор семян редко превышает 30-50 % биологической урожайности. Это связано с низкорослостью растений, большим количеством листовой массы и растянутым периодом созревания соцветий у ранее возделываемых сортов. Эти факторы сильно затрудняют выбор оптимального срока и способа уборки семенных травостоев. Новый сорт Луговик из-за более высоких и менее полегающих цветоносов адаптирован к комбайновой уборке. На максимальном пике созревания количество побуревших головок у него достигает 72-77 %, что отмечается через 59-70 дн. от начала цветения или через 75-85 дн. после подкашивания травостоя. При традиционных способах уборки наиболее эффективный — однофазный обмолот травостоя с предварительной десикацией одним из разрешенных препаратов, на основе диквата В.Р. (150 г/л) в дозе 4-5 л/га, который позволяет собрать до 72 % сформировавшейся биологической урожайности семян. При технических возможностях для уборки семенных посевов клевера ползучего перспективно использовать комбайны с очесывающими жатками или проводить сбор по технологии «Невейка».

Ключевые слова: клевер ползучий (Trifolium repens L.), новый сорт, семенные травостои, сроки и способы уборки, урожайность, семена.

V.N. Zolotarev, PhD in Agricultural sciences

FRC «V.R. Williams All — Russian Institute of Fodder» RF, 141055, Moskovskaya obl., g. Lobnya, ul. Nauchnyj gorodok, korp. 1 E-mail: semvik@vniikormov.ru

AGROTECHNOLOGICAL HARVESTING FEATURES OF TRIFOLIUM REPENS FOR SEEDS

The features of the Lugovik new variety Trifolium repens seed yield formation dynamics with a different number of ripe ears were studied, and a comparative assessment of the effectiveness of methods of harvesting seed grass stand with the use of contact action desiccant based on the Reglon Super diquat in the Central Non-Black Earth Region was carried out. White clover (Trifolium repens L.) is one of the best legume components for creating cultivated meadow and pasture agrophytocenoses in temperate areas. A large shortage and high market demand for white clover seeds causes an urgent need to organize commercial seed production of domestic varieties. The most problematic link in the technology of cultivation of this crop is harvesting. The collection of white clover seeds under production conditions rarely exceeds 30–50 % of the biological yield. This is due to the low growth of plants, a large amount of leaf mass and the extended period of maturation of inflorescences in previously cultivated varieties. These factors make it very difficult to choose the optimal time and method of harvesting seed stands. The new variety Lugovik is adapted to combine harvesting due to the higher and less flattened flower stalks. At the maximum peak of maturation, the number of browned heads in the Lugovik variety reaches 72–77 %, which is noted after 59–70 days from the beginning of flowering or 75–85 days after mowing the herbage. With traditional methods of harvesting, the most effective is single-phase threshing of grass with preliminary desiccation with one of the permitted "List..." preparations based on diquat V.R. (150 g/l) at a dose of 4-5 l/ha, which allows you to collect up to 72 % of the formed biological yield of seeds. With the technical capabilities for harvesting seed crops of creeping clover, it is promising to use combines with combing reapers for harvesting or to collect the grown crop using the "Neveyka" technology.

Key words: white clover (Trifolium repens L.), new variety, seed stands, terms and methods of harvesting, yield, seeds.

Востребованность культур определяется их полезными хозяйственно-биологическими свойствами, характеризующими потребительские качества и практическую ценность тех или иных видов в контексте их использования. Применительно к кормовым многолетним травам задачи селекции при выведении новых сортов, в первую очередь, связаны со сферой вегетативного развития растений - повышенная продуктивность фитомассы и высокое содержание в ней питательных веществ, продолжительный период побегообразования, интенсивные темпы регенерации после отторжения надземных органов, повышенная облиственность, определяющая протеинообеспеченность и качество сырья, преобладание вегетативных стеблей в структуре травостоя и другие. Такие природные или селективно индуцированные особенности развития растений в большинстве случаев затрудняют семеноводство сортов кормового назначения. Коммерческий успех агрономически превосходящего нового сорта зависит от надежности снабжения производства его семенами по конкурентоспособной цене и в необходимых объемах. [8] Одна из актуальных задач сельскохозяйственной науки - поиск путей повышения эффективности сортового семеноводства многолетних трав, в первую очередь, бобовых (источники растительного белка для животноводства), занимающих небольшие площади в структуре кормовых посевов из-за дефицита их семян (обеспеченность семенным материалом отечественных сортов клевера ползучего не превышает 5 % потребностей рынка).

Накопленный экспериментальный материал и опыт производственного возделывания многолетних бобовых трав показывает, что в комплексе агротехнологического решения проблемы повышения урожайности уборка семенных травостоев — одна из наиболее критических и ответственных операций, в основном и определяющая величину сборов семян и их качество. Связано это с тем, что обмолот семен-

ных травостоев содержит элементы риска вероятности больших потерь, обусловленного неблагоприятными погодными условиями, растянутым периодом наступления уборочной спелости репродуктивных органов, большим объемом вегетативной массы и ее высокой влажностью у бобовых видов в период созревания. Вследствие совокупности биотических причин и погодных факторов потери урожая мелкосемянных многолетних бобовых трав могут составлять выше 50 % сформировавшейся биологической урожайности. [4]

Клевер ползучий (Trifolium repens L.) — один из лучших бобовых компонентов для создания культурных луговых и пастбищных агрофитоценозов. Высокая эффективность его использования в лугопастбищном хозяйстве обусловлена биологическими особенностями, в первую очередь, вегетативному размножению, обеспечивающему долголетие, и высокой отавностью. Культура обладает выраженной аттрагирующей способностью вегетативных почек. Вследствие направленности донорно-акцепторных связей на обеспечение ростовых процессов пластическими веществами вегетативных органов растения продолжают активно расти и образовывыть новые побеги в течение всего сезона, что приводит к формированию и накоплению большого объема листовой массы. В результате этого к созреванию семян влажность травостоя остается высокой. [4] Еще одна критическая биологическая характеристика клевера ползучего, усложняющая уборку на семена, низкорослость. Исследования показали, что около 40 % головок (сорт Битунай) расположены в ярусе ниже 10 см от поверхности почвы, около 20 % — ниже 5 см. После уборки методом прямого комбайнирования в поле остается до 83 % несрезанных жаткой головок, особенно при неровной поверхности полей. [17] По совокупности этих причин сбор семян может составлять всего 25...30 % биологического урожая. Исследования, проведенные ранее в 80-е годы прошлого столетия во ВНИИ кормов имени В.Р. Вильямса с клевером ползучим сорта пастбищного типа *ВИК* 70, установили отмеченные выше закономерности. [5] В нижнем ярусе 0...10 см одновидового посева клевера в головках находилось около 36 % сформировавшихся семян, которые после уборки практически полностью оставались в поле.

У клевера ползучего величина семенной продуктивности тесно коррелирует с количеством зрелых соцветий на единицу площади (r = 0,91) и показателем их обсемененности. [8, 13] Растянутый период цветения, и обусловленный этим широкий временной диапазон созревания соцветий, затрудняет определение оптимального срока комбайновой уборки семенного травостоя. [12] Вследствие только этого фактора недобор семян достигает 30 %. [19] Кроме того, урожай, собранный с головок различной степени зрелости, характеризуется высокой разнокачественностью и содержанием семян с пониженными посевными показателями. [12] В более мягких климатических условиях Европы травостой клевера ползучего на семена убирают при побурении 50...67 % головок - на максимально достижимом пике количества зрелых соцветий. [22] В последние десятилетия проводится селекционная работа по выведению более приспособленных для промышленного семеноводства, в первую очередь, наиболее ценных для пастбищного использования сортов средне- и мелколистного экотипов с компактным периодом массового цветения, большим количеством головок и высокими цветоносами. [20] Большинство американских селекционных проектов по клеверу белому (Trifolium repens L.) до начала 90-х годов прошлого столетия были сосредоточены только на выведении крупнолистных сортов гигантской ботанической разновидности ладино (*T. repens* var giganteum Lagr-Foss), как наиболее адаптированных к существующим системам земледелия и выпаса внутри страны. В то время на западном мировом семенном рынке традиционно доминировали сорта клевера ползучего гигантской разновидности из-за их относительно несложного семеноводства и высокой урожайности семян. [10] Основной недостаток сортов этой ботанической группы – их непродолжительное хозяйственное использование, в некоторых случаях – только один сезон. [9] Например, с конца 50-х годов и до последнего времени в Новой Зеландии массово размножали высокорослый клевер ползучий сорта Ниіа (среднелистный), который был востребован на мировом рынке (Ирландия, Великобритания, Восточная Европа и другие страны) только по причине низкой стоимости его семян. [21] Можно предположить, что сорта такого морфотипа создавали и широко используют только в результате их более «простого» семеноводства, а производство осуществляется в коммерческих целях из-за низкой себестоимости. При этом агрономические свойства значительно уступают сортам из мелколистного типично пастбищного морфотипа Tr. repens L. f. silvestre и среднелистной общей (промежуточная) формы Tr. repens L. f. hollandicum.

Характер развития растений клевера ползучего требует специфического семеноводства, направленного на формирование менее полегших травостоев. Подходы к технологии уборочных работ отличаются от традиционно применяемых при

возделывании других многолетних бобовых культур. В настоящее время в разных регионах мира в зависимости от климатических условий и биологических характеристик практикуется как прямой обмолот с предварительной десикацией посевов, так и раздельный способ с валкованием травостоя (двухфазная уборка). [17, 18] Скашивание в валки производят ранним утром, когда есть роса, чтобы свести к минимуму потери из-за разрушения и осыпания наиболее спелых соцветий вследствие механического воздействия на них рабочих органов жатки. После скашивания клеверу дают высохнуть 7...10 дн. За это время некоторое количество сухого вещества перемещается в недозрелые семена, способствуя повышению их посевных качеств. [17] Этот способ используют преимущественно в регионах с устойчивой ясной погодой при уборочных работах или возделывании клевера в травосмесях со злаками, а также на сильно засоренных полях. При прямой уборке проводят предварительную десикацию травостоя препаратом Реглон Супер в дозе 1...2 л/га. Более низкая норма препарата (1 л/га) достаточна в благоприятных погодных условиях. [17] Выбор способа уборки зависит от состояния травостоя (засоренность, дружность созревания), погодных условий, технических возможностей.

Цель исследований — изучить особенности динамики формирования урожайности семян клевера ползучего нового сорта *Луговик* с различным количеством созревших головок, а также провести сравнительную оценку эффективности способов уборки семенного травостоя, используя десикант контактного действия на основе диквата Реглон Супер в условиях Центрального Нечерноземья.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводили на опытном поле ФНЦ «ВИК имени В.Р. Вильямса» в 2016-2019 годах на клевере ползучем нового сорта Луговик по общепринятым в семеноводстве методикам. Сорт Луговик селекции ФНЦ «ВИК имени В.Р. Вильямса» зарегистрирован в Государственном реестре селекционных достижений, допущенных к использованию с 2012 года по всем регионам РФ. Сорт сенокоснопастбищного типа, характеризуется высокой зимостойкостью, устойчивостью в лугопастбищных агрофитоценозах, формированием большого количества сильноветвящихся столонов с облиственностью более 80 %. Сорт выводили для повышенной приспособленности к комбайновой уборке на семена. От сортов пастбищного экотипа отличается более длинными цветоносами и меньшим их полеганием вследствие особенностей анатомического строения. [6]

Эффективность десиканта Реглон Супер (150 г/л диквата) определяли согласно методике по государственным испытаниям дефолиантов и десикантов (М.: ВНИИЭСХ, 1979). Препарат (номер гос. регистрации 1074-08-108(110)-018-0-1-3-0) разрешен для применения на клевере луговом и ползучем в дозе 2...4 л/га. Для меньшего полегания и ограничения интенсивности образования вегетативных органов клевер высевали в смеси с овсянищей тростниковой сорта Лира или райграсом пастбищным ВИК 66 в нормах 6 и 8 кг/га соответственно.

Для синхронизации процесса развития соцветий клевера и их компактного созревания травостой ежегодно подкашивали с 1 по 5 июня независимо от фенологической фазы развития растений в разные по погодным условиям вегетационные сезоны, что также предотвращало формирование генеративных побегов у злаковых трав и снижало их негативное конкурентное влияние на бобовую культуру.

Динамику созревания соцветий клевера и величину биологической урожайности семян определяли путем отбора снопов на площадках по $0.25~{\rm M}^2$ в четырехкратной повторности на типичном травостое.

Учетная площадь одной опытной делянки — 20...25 м², повторность — четырехкратная, размещение — рендомизированное. Семенной травостой убирали комбайном Sampo 130. Семяна клевера из вороха после просушки выделяли на скарификаторе СКС-1. Экспериментальные данные статистически обрабатывали методом дисперсионного анализа Б.А. Доспехова (1985) на ПЭВМ с использованием Microsoft Offise Word 2007.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Исследования показали, что во втором укосе формирование генеративных побегов клевера и цветение проходило относительно компактно (коридор крайних значений вариации количества головок за месяц – около 9 %). Одновременно с процессом созревания продолжалось и образование новых соцветий, за 35 дн. увеличилось общее число головок с 662 до 722 шт./м² (табл. 1). Также регистрировали увеличение биологической урожайности семян клевера и ее стабилизацию (29,3...31,2 г/м 2) через 59...74 дня от начала цветения. В этот период доля побуревших головок достигла максимальных значений 72...77 %. Наиболее высокий фактический сбор семян (199...211 кг/га) получен через 59...70 дн. от начала цветения или через 75...85 дн. после подкашивания травостоя. Далее фиксировали начало процесса полегания и разрушения созревших головок первой «волны» клевера и их замещение на сформировавшиеся в более поздние сроки. К этому времени первые созревшие соцветия врастали в травостой и осыпались, а доля цветущих и недозрелых увеличивалась с 23 до 32 % общего количества.

Исследования и опыт возделывания показали, что в связи с наличием большого количества молодых листьев клевера современных сортов пастбищного типа применение десикантов (2...4 л/га) в Нечерноземье с неустойчивой погодой не всегда оказывается эффективным (табл. 2). С увеличением концентрации раствора Реглон Супер снижалась влажность смешанного травостоя с 76,4 до 33,1 %. Подсушивающее действие десиканта проявлялось и на райграсе пастбищном. Относительную стабилизацию этого показателя наблюдали, начиная с дозы препарата 5 л/га. В зависимости от метеорологических условий в разные годы эффективная доза препарата изменялась — при более засушливой и теплой погоде достаточно 4 л/га. В годы с обычными средними показателями для второй половины лета – результативно внесение 5 л/га, а при прохладной и дождливой погоде для прекращения активных ростовых процессов у клевера необходимо увеличение дозы до 6 и даже 7 л/га. Однако при наступлении солнечной погоды существует риск потерь семян вследствие более быстрого высыхания головок и их разрушения.

Увеличение дозы внесения Реглона Супер приводило к более быстрому и лучшему высыханию листьев, способствуя последовательному росту урожайности семян клевера со 122 до 229 кг/га, или на 37...89 % по сравнению с контролем в зависимости от дозы препарата. При этом в интервале доз от 4 до 7 л/га величина сборов семян находилась в интервале 218...231 кг/га (68...72 % сформировавшейся биологической урожайности), при выраженной тенденции к повышению с уменьшением влажности травостоя (табл. 2).

Посевные качества — интегрируемые показатели, результирующие особенности сложных физиологобиохимических процессов в период образования и налива семян, отражающие условия формирования урожая, зависящие от комплекса влияния экзогенных и эндогенных факторов, в том числе применения десикантов. [4] Анализ посевных качеств не выявил достоверного изменения содержания в урожае количества жизнеспособных семян от доз Реглона Супер по сравнению с необработанным травостоем (табл. 2). Это объясняется тем, что при опрыскивании нет прямого контакта гербицида с семенами, которые защищены спаренными лепестками от высохшего цветка и кожистой оболочкой. Увеличение дозы Реглона Супер приводило к достоверному

Таблица 1 Влияние сроков уборки клевера ползучего во втором укосе при возделывании в смешанных посевах с овсяницей тростниковой (в среднем за 2016—2019 годы)

Дни		Соц	ветия	Урожайно	ть семян	Семяна в соцветиях, шт.	
от весеннего подкашивания	от начала цветения	всего, шт/м²	побуревшие, %	биологическая, г/м²	фактическая, кг/га	всего	выполненных
60	46	678	42	17,5	73	102	53
65	51	662	51	19,4	98	111	68
70	56	697	63	24,7	146	114	71
75	59	685	72	29,3	202	108	78
80	64	694	77	31,2	211	110	79
85	70	704	76	30,7	199	112	78
90	74	711	72	29,4	181	107	77
100	80	722	68	24,5	162	103	79
HCP ₀₅	_	42,8	_	2,45	17,8	-	-

Таблица 2. Эффективность предуборочной десикации препаратом Реглон Супер бинарных семенных травостоев клевера ползучего в смеси с райграсом пастбищным (в среднем за 2016—2019 годы)

	Показатель эффективности предуборочной десикации посевов*									
Вариант опыта, доза препарата, л/га	влажность травостоя, %	высота травостоя по соцветиям, см	фактический сбор семян, кг/га	% к контролю	потери семян при уборке	жизнеспособ	твердые			
Контроль (опрыскивание водой)	76,4	32,8	122	100	72	92	42			
2	59,8	30,5	167	+37	49	91	47			
3	51,2	29,4	182	+49	37	93	46			
4	42,7	28,5	218	+79	32	92	52			
5	36,8	27,3	226	+85	29	90	59			
6	34,4	27,1	231	+89	28	91	57			
7	33,1	26,9	229	+88	27	89	61			
HCP ₀₅	_	2,01	18,4	_	_	2,8	6,9			

Примечание. * — предуборочная характеристика семенного травостоя клевера ползучего: общее число соцветий — 726 шт/м², в том числе созревших — 74%; исходная влажность — 76,7%; длина цветоносов клевера — 33,5 см; биологическая урожайность семян — 321 кг/га.

росту количества твердых семян клевера в урожае с 42 до 61 %, в следствие более быстрого и сильного высыхания растений.

Определение эффективных факторов и использование подходящего механизма уборки урожая может снизить потери семян до приемлемого уровня. [16] Результаты сравнительной оценки различных способов уборки одновидового посева клевера ползучего показали, что наиболее высокую полноту сбора семян 206 кг/га (50 % биологической урожайности) обеспечил прямой обмолот травостоя с предварительной десикацией (табл. 3). Причины высокой доли потерь при этом способе уборки (28 %) обусловлены ярусом расположения головок ниже уровня среза жатки, а также их разрушением. Самая низкая урожайность 111 кг/га (27 %) получена в результате прямой уборки вегетирующих

растений. При обмолоте всей зеленой фитомассы в сепарирующих устройствах современных зерноуборочных комбайнов происходит перераспределение влаги в ворохе, что ведет к повышению влажности клевера. Это затрудняет выделение семян, они могут значительно повредиться, особенно установленным терочным приспособлением. [2] Выход семян составил только 29 %. Из-за нескошенных головок 33 % потерь урожая вызваны недостаточным вымолачиванием сырых головок и схода семян вместе с зеленой массой, в том числе прилипания к ней.

Преимущество и выбор однофазного прямого обмолота с предварительной десикацией травостоя или раздельной уборки определяется погодными условиями, технической оснащенностью хозяйств, состоянием посевов, выравненностью полей. Двух-

Таблица 3. Сравнительная оценка способов уборки клевера ползучего на семена (2016—2019 годы)

	Влажность травостоя	Macca	Сбор семян,	Выход семян		Потери	при уборке, %		
Способ уборки (Фактор А)	перед уборкой, %	Горранного Г., Статорранного Г		всего	** полевые	в комбайне	неучтенные		
Одновидовой посев клевера ползучего, биологическая урожайность в среднем 411 кг/га (Фактор В — способ посева)									
Прямая без десикации	79,2	387	111	29	73	34	33	6	
* после десикации	40,3	342	206	60	50	28	20	2	
Раздельная без десикации	42,6	328	188	57	54	31	18	5	
* с предварительной десикацией	36,8	286	192	67	53	29	21	3	
Бинарная травосм	есь клевера ползучего с	овсяницей тростні	иковой, биолог	ическая урожайно	ость в сре	днем 348 кг/га	а (Фактор В)		
Прямая без десикации	73,4	420	97	23	72	27	38	7	
* после десикации	33,1	352	229	65	34	11	20	3	
Раздельная без десикации	39,4	364	195	54	44	12	27	5	
* с предварительной десикацией	30,5	323	217	67	38	13	20	5	
НСР ₀₅ Фактор А	_	31,4	19,4	-	_	-	-	-	
HCP_{05} Фактор В	_	30,5	18,2	-	_	_	_	_	

Примечание.* — доза Реглона Супер 5 л/га, уборка через шесть дней после опрыскивания; **— полевые потери с нескошенными комбайном и осыпавшимися созревшими головками.

Таблица 4. Сравнительная оценка способов уборки семенных травостоев клевера ползучего ВИК 70 (в среднем за три года)

Способ уборки	C6	ор	Пот	ери	Биологическая урожайность		
	кг/га	%	кг/га	%	кг/га	%	
*Прямой обмолот Sampo 500	136,2	92,0	11,8	8,0	140	100	
*Метод очесывания	144,3	97,5	3,7	2,5	148		
HCP ₀₅	10,63		0,92		11,7		

Примечание. * — травостой с предварительной десикацией Реглоном Супер в дозе 5 л/га.

фазная уборка с формированием валков, в том числе предварительно обработанного десикантом травостоя для более быстрого его высыхания (снижение влажности до 36,8 % через шесть дней), позволила собрать 46...47 % семян (табл. 3). Основные потери урожая (29...31 %) обусловлены непопаданием головок в жатку и, частично, в результате их разрушения при скашивании в валки и подборе.

Возделываемый в смеси с мятликовыми травами клевер ползучий менее интенсивно формирует вегетативную массу, но в результате конкурентного взаимодействия на 15 % и более (в зависимости от вида злака и его нормы высева – до 38...40 %) снижает семенную продуктивность. Преимущество - меньшая полегаемость его цветоносов и более низкая влажность зеленой массы (табл. 3). В травосмеси с овсяницей тростниковой наиболее эффективным способом оказался однофазный обмолот на фоне предварительной десикации, позволивший собрать 66 % семян. Раздельная уборка обеспечила сбор 56...62 % сформировавшегося урожая. При прямом обмолоте зеленой массы травосмеси получен наименьший в опыте сбор семян (97 кг/га) из-за большого объема подачи в барабан и трудности сепарации семенной фракции. Наблюдалось перераспределение структуры потерь, основная доля которых происходила непосредственно в комбайне вследствие негерметичности узлов и деталей, частично из-за некачественной сепарации.

Сравнительная оценка эффективности уборки клевера ползучего на семена выявила сопоставимую результативность способов обмолота в одновидовых посевах и травосмесях, что указывает на высокие технологические качества сорта *Луговик*. Наиболее предпочтительным при разных технологиях возделывания оказался прямой обмолот с предварительной десикацией. Однако во всех случаях сбор семян составил 50 % и менее от биологической урожайности, что требует подготовки семенного травостоя и использования более совершенной уборочной техники.

В последнее десятилетие в разных странах проводится уборка культур специальными жатками, принцип работы которых основан на очесывании и сборе урожая с растений на корню (the stripping-threshing technology) с небольшим поступлением вегетативных органов в комбайн и минимальными потерями сформировавшегося урожая. [1, 11, 14, 17] Особенно эффективна такая технология, когда выражена неравномерность созревания семян на каждом растении и по отдельным участкам поля,

низкое расположение генеративных органов с семенами над поверхностью почвы, где небольшая высота стеблестоя или полегание, легкая самоосыпаемость, если есть перестой созревших растений и большая чувствительность семян к механическим повреждениям при обмолоте, необходимость оставления неизмельченной соломы в поле с последующей ее уборкой на кормовые цели. [3, 7, 15]

Сравнительная оценка прямого комбайнирования и обмолота методом очесывания, используя экспериментальную установку с рабочими органами барабана в виде гребней с пикообразными пальцами, показала, что возможно собрать практически полностью весь созревший урожай семян клевера ползучего. [2] Потери — 2,5 % биологической урожайности (табл. 4).

В настоящее время производится серийное промышленное изготовление очесывающих жаток зарубежными компаниями: «Shelbourne Reynolds Engineering LTD» (Великобритания), «Маізсо» (Аргентина), «Славянка» «Укр.Агро-Сервис» (Украина) и Российской («Озон» ПАО Пензмаш). Зарубежные агрегатируются с комбайнами разных типов New Holland, Claas, John Deere, Massey Ferguson и другими. [17] Отечественная жатка «Озон» комбинируется с отечественными и зарубежными комбайнами.

При уборке семенных травостоев клевера ползучего различными способами в связи с мелкосемянностью этой культуры и небольшим объемом высохшей вегетативной массы, используя десиканты, один из путей максимального снижения потерь — технология «Невейки», предусматривающая настройку комбайнов на сбор в бункер невеяной массы, которая затем досушивается на стационарных типовых сушилках и пропускается через клеверотерки. Такая технология позволяет снизить потери семян в комбайне в два раза, общие потери от биологической урожайности с 44...48 до 32...35 % и увеличить сбор семян в случае прямого обмолота на 29%, а при раздельной уборке — 43...45 %. [5]

Автор выражает благодарность Н.И. Переправо за помощь в сборе экспериментального материала.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- Алдошин, Н.В. Конструктивно-технологическая схема очесывающей жатки для уборки белого люпина / Н.В. Алдошин, М.А. Мосяков, С.В. Семичев // Аграрный вестник Верхневолжья. 2019. № 4. С. 79–85.
- Ахламов, Ю.Д. Уборка семян многолетних кормовых трав / Ю.Д. Ахламов, В.М. Косолапов, А. Марчук и др. // Кормопроизводство. — 2017. — № 5. — С. 43–47.
- 3. Дридигер, В.К. Уборка озимой пшеницы методом очеса в технологии NO-TILL / В.К. Дридигер, Р.Г. Гаджиумаров, Е.А. Яговитова // Достижения науки и техники АПК. 2020. Т. 34. № 10. С. 78—84. DOI: 10.24411/0235-2451-2020-11012.
- Золотарев, В.Н. Десикация семенных травостоев клевера ползучего залог получения высоких урожаев семян / В.Н. Золотарев // Растениеводство и луговодство: мат. Всерос. науч. конф. с межд. участием. М.: Изд-во РГАУ МСХА, 2020. С. 591—595. DOI 10.26897/978-5-9675-1762-4-2020-131.
- Переправо, Н.И. Способы уборки семян клевера ползучего / Н.И. Переправо, И.В. Липилина // Селекция и семеноводство. — 1991. — № 3. — С. 44—46.

- 6. Писковацкая, Р.Г. Изучение адаптивного потенциала перспективных сортов и образцов лугопастбищных бобовых трав (*Trifolium repens* L., *Trifolium hibridum* L., *Lotus corniculatus* L.) / Р.Г. Писковацкая, А.М. Макаева, Е.В. Толмачева // Адаптивное кормопроизводство. − 2016. − № 4. − С. 84−91.
- Bhanage, G.B. Development of stripper harvester for paddy/ G.B. Bhanage, P.U. Shahare, V.V. Aware et al. // Journal of Applied and Natural Science. – 2017. – T. 9. – № 4. – P. 1943–1948.
- Boelt, B., Legume seed production meeting market requirements and economic impacts / B. Boelt, B. Julier, Đ. Karagić, J. Hampton // Critical Reviews in Plant Sciences. 2015. T. 34. № 1–3. P. 412–427. doi.org/10.1080/07352689.2 014.898477.
- Bouton, J.H. Enhanced survival and animal performance from ecotype derived white clover cultivars / J.H. Bouton, D.R. Woodfield, C.S. Hoveland et al. // Crop science. – 2005. – T. 45. – № 4. – P. 1596–1602. doi:10.2135/cropsci2004.033.
- 10. Bouton, J.H. Registration of 'Renovation' White Clover / J.H. Bouton, B. Motes, D.T. Wood et al. // Journal of Plant Registrations. 2017. T. 11. № 3. P. 218–221. doi:10.3198/jpr2016.11.0063 crc.
- Buryanov, A. Using combines for cleaning grain crops by non-traditional technologies / A. Buryanov, I. Chervyakov // INMATEH-Agricultural Engineering. – 2019. – Vol. 59. – № 3. – P. 27–32.
- Chakwizira, E. Effects of spring management techniques on seed yield and yield components of two contrasting white clover varieties / E. Chakwizira, J. Trethewey, M. George et al. // Agronomy New Zealand. – 2011. – T. 41. – P. 133–147.
- 13. Lopes R.R. Path analysis in white clover seed yield components / R.R. Lopes, L.B. Franke // Revista Brasileira de Zootecnia. 2009. T. 38. № 10. P. 1865–1869. https://doi.org/10.1590/S1516-35982009001000002.
- 14. Masebu, H.P. Effectiveness of redesigned larger grain stripping tools on stripping Sorghum Bicolor grains off the panicles / H.P. Masebu, L. Chico-Santamarta, M.J. Crook et al. // International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology. 2013. T. 2. № 10. P. 5607–8616. http://hau.repository.guildhe.ac.uk/id/eprint/17059.
- Mirnezami, S.V. Experimental comparison of combine performance with two harvesting methods: stripper header and conventional header / S.V. Mirnezami, G. Chegini // Agricultural Engineering International: CIGR Journal. – 2016. – T. 18. – № 1. – P. 192–200.
- Rod, N.M. Effect of combine working speed and seed moisture content on berseem clover losses in Khouzestan / N.M. Rod, M.A. Asoodar, M. Rahnema // International Journal of Agriculture and Crop Sciences (IJACS). – 2013. – T. 5. – № 4. – P. 349–354.
- 17. Strakšas, A. Singularities of white clover seed harvesting in Lithuania / A. Strakšas, V. Kučinskas, P. Šniauka, E. Vaiciukevičius // Žemės ūkio inžinerija. 2013. Vol. 45. № 1. P. 96–110. https://hdl.handle.net/20.500.12259/103873.
- Sullivan, C.S. Investigating the impact of row spraying on established white clover / C.S. Sullivan, K.C. Roerig, A.G. Hulting // Seed production researsch. Department of Crop and Soil Science. Seed Production Research at Oregon State University. 2016. P. 52–54.
- Thomas, R. White clover: a growers guide / R. Thomas, P. Rolston, R. Chynoweth – Foundation for Arable Research, 2009. – 35 p.

- Widdup, K.H. Response to selection for seed yield in six white clover cultivars / K.H. Widdup, D.R. Woodfield, I.J. Baird, P.T.P. Clifford // Proceedings of the New Zealand Grassland Association. – 2004. – P. 103–110. doi.org/10.33584/ jnzg.2004.66.2566.
- Woodfield, D.R. Do forage legumes have a role in modern dairy farming systems? / D.R. Woodfield, D.A. Clark // Irish Journal of Agricultural and Food Research. – 2009. – P. 137–147.
- 22. Zeki, A. Effects of phosphorus application and cutting management on seed yield and yield components of white clover (*Trifolium repens* L.) / A. Zeki, Ö. Özlem // Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi. − 2011. − T. 26. − № 1. − P. 46−50.

LIST OF SOURCES

- Aldoshin, N.V. Konstruktivno-tekhnologicheskaya skhema ochesyvayushchej zhatki dlya uborki belogo lyupina / N.V. Aldoshin, M.A. Mosyakov, S.V. Semichev // Agrarnyj vestnik Verhnevolzh'ya. 2019. № 4. S. 79–85.
- Ahlamov, Yu.D. Uborka semyan mnogoletnih kormovyh trav / Yu.D. Ahlamov, V.M. Kosolapov, A. Marchuk i dr. // Kormoproizvodstvo. – 2017. – № 5. – S. 43–47.
- 3. Dridiger, V.K. Uborka ozimoj pshenicy metodom ochyosa v tekhnologii NO-TILL / V.K. Dridiger, R.G. Gadzhiumarov, E.A. Yagovitova // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2020. T. 34. № 10. S. 78–84. DOI: 10.24411/0235-2451-2020-11012.
- Zolotarev, V.N. Desikaciya semennyh travostoev klevera polzuchego – zalog polucheniya vysokih urozhaev semyan / V.N. Zolotarev // Rastenievodstvo i lugovodstvo: mat. Vseros. nauch. κonf. s mezhd. uchastiem. – M.: Izd-vo RGAU – MSKHA, 2020. – S. 591–595. DOI 10.26897/978-5-9675-1762-4-2020-131.
- 5. Perepravo, N.I. Sposoby uborki semyan klevera polzuchego / N.I. Perepravo, I.V. Lipilina // Selekciya i semenovodstvo. −1991. − № 3. − S. 44−46.
- Piskovackaya, R.G. Izuchenie adaptivnogo potenciala perspektivnyh sortov i obrazcov lugopastbishchnyh bobovyh trav (Trifolium repens L., Trifolium hibridum L., Lotus corniculatus L.) / R.G. Piskovackaya, A.M. Makaeva, E.V. Tolmacheva // Adaptivnoe kormoproizvodstvo. – 2016. – № 4. – S. 84–91.
- 7. Bhanage, G.B. Development of stripper harvester for paddy/G.B. Bhanage, P.U. Shahare, V.V. Aware et al. // Journal of Applied and Natural Science. 2017. T. 9. № 4. P. 1943–1948.
- Boelt, B., Legume seed production meeting market requirements and economic impacts / B. Boelt, B. Julier, D. Karagić, J. Hampton // Critical Reviews in Plant Sciences. 2015. T. 34. № 1–3. P. 412–427. doi.org/10.1080/07352689.2 014.898477.
- Bouton, J.H. Enhanced survival and animal performance from ecotype derived white clover cultivars / J.H. Bouton, D.R. Woodfield, C.S. Hoveland et al. // Crop science. – 2005. – T. 45. – № 4. – P. 1596–1602. doi:10.2135/cropsci2004.033.
- 10. Bouton, J.H. Registration of 'Renovation'White Clover / J.H. Bouton, B. Motes, D.T. Wood et al. // Journal of Plant Registrations. 2017. T. 11. № 3. P. 218–221. doi:10.3198/jpr2016.11.0063 crc.
- 11. Buryanov, A. Using combines for cleaning grain crops by non-traditional technologies / A. Buryanov, I. Chervyakov // INMATEH-Agricultural Engineering. 2019. Vol. 59. № 3. P. 27—32.

- 12. Chakwizira, E. Effects of spring management techniques on seed yield and yield components of two contrasting white clover varieties / E. Chakwizira, J. Trethewey, M. George et al. // Agronomy New Zealand. - 2011. -T. 41. – P. 133–147.
- 13. Lopes R.R. Path analysis in white clover seed yield components / R.R. Lopes, L.B. Franke // Revista Brasileira de Zootecnia. – 2009. – T. 38. – № 10. – P. 1865–1869. https://doi. org/10.1590/S1516-35982009001000002.
- 14. Masebu, H.P. Effectiveness of redesigned larger grain stripping tools on stripping Sorghum Bicolor grains off the panicles / H.P. Masebu, L. Chico-Santamarta, M.J. Crook et al. // International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology. – 2013. – T. 2. – № 10. – P. 5607–8616. http://hau.repository.guildhe. ac.uk/id/eprint/17059.
- 15. Mirnezami, S.V. Experimental comparison of combine performance with two harvesting methods: stripper header and conventional header / S.V. Mirnezami, G. Chegini // Agricultural Engineering International: CIGR Journal. -2016. - T. 18. - № 1. - P. 192-200.
- 16. Rod, N.M. Effect of combine working speed and seed moisture content on berseem clover losses in Khouzestan / N.M. Rod, M.A. Asoodar, M. Rahnema // International Journal of Agriculture and Crop Sciences (IJACS). – 2013. – T. 5. – № 4. – P. 349-354.

- 17. Strakšas, A. Singularities of white clover seed harvesting in Lithuania / A. Strakšas, V. Kučinskas, P. Šniauka, E. Vaiciukevičius // Zemės ūkio inžinerija. – 2013. – Vol. 45. − \mathbb{N}_{2} 1. − P. 96–110. https://hdl.handle. net/20.500.12259/103873.
- 18. Sullivan, C.S. Investigating the impact of row spraying on established white clover / C.S. Sullivan, K.C. Roerig, A.G. Hulting // Seed production researsch. Department of Crop and Soil Science. Seed Production Research at Oregon State Universitv. - 2016. - P. 52-54.
- 19. Thomas, R. White clover: a growers guide / R. Thomas, P. Rolston, R. Chynoweth – Foundation for Arable Research, 2009. - 35 p.
- 20. Widdup, K.H. Response to selection for seed yield in six white clover cultivars / K.H. Widdup, D.R. Woodfield, I.J. Baird, P.T.P. Clifford // Proceedings of the New Zealand Grassland Association. - 2004. - P. 103-110. doi. org/10.33584/jnzg.2004.66.2566.
- 21. Woodfield, D.R. Do forage legumes have a role in modern dairy farming systems? / D.R. Woodfield, D.A. Clark // Irish Journal of Agricultural and Food Research. – 2009. – P. 137-147.
- 22. Zeki, A. Effects of phosphorus application and cutting management on seed yield and yield components of white clover (Trifolium repens L.) / A. Zeki, Ö. Özlem // Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi. -2011. - T. 26. - № 1. - P. 46–50.

DOI: 10.30850/vrsn/2021/5/67-72

Л.П. Евстратова, доктор сельскохозяйственных наук, профессор Е.В. Николаева, кандидат сельскохозяйственных наук Г.В. Евсеева И.В. Евстратов

Лаборатория агротехнологий «Вилга» отдела комплексных научных исследований Карельского научного центра РАН РФ, 185506, Республика Карелия, Прионежский р-н, п. Новая Вилга, ул. Центральная, 12 E-mail: levstratova@yandex.ru

УДК [633.2 + 633.494]: 631.5

ПРОДУКТИВНОСТЬ АГРОФИТОЦЕНОЗОВ ПРИ СОВМЕСТНОМ ВЫРАЩИВАНИИ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ И ТОПИНАМБУРА*

Проведена оценка продуктивности бобово-злаковых травостоев (тимофеевка луговая, кострец безостый, клевер гибридный или люцерна изменчивая) и совместных посевов вышеуказанных многолетних трав с топинамбуром в условиях Карелии. Включение новых для республики видов Medicago varia Mart. и Helianthus tuberosus L. в состав агрофитоценозов с продолжительным сроком хозяйственного использования будет способствовать решению проблемы увеличения объемов заготовки и качества кормов. Установлено, что в первый год жизни растений наибольшие показатели продуктивности (5,9 т/га) и качества надземной сухой массы (6,5 тыс. корм. ед.) обеспечили одновидовые посадки топинамбура. Во второй год жизни темпы роста растений различались по укосам и зависели от неоднородности метеорологических условий, биологических особенностей видов и состава травостоя. В первом укосе (25 июня) при уборке только многолетних трав различия урожайности биомассы по вариантам опыта относительно клеверо-злакового контроля были незначительны. В условиях длинного светового дня процесс формирования листостебельной массы H. tuberosus продолжался до второго отчуждения трав (18 августа). В сумме за два укоса при совместном выращивании многолетних трав и топинамбура урожай сухой кормовой массы увеличился практически в два раза относительно одновидового агрофитоценоза H. tuberosus, при этом максимальная продуктивность 1 га (8,1 т сухой массы, 8,46 тыс. корм. ед., 95,58 ГДж обменной энергии, 1,45 т сырого протеина) получена в варианте с участием клевера гибридного.

Ключевые слова: многолетние бобово-злаковые травы, топинамбур, совместное выращивание, продуктивность.

Работа выполнена в рамках Государственного задания № 075-01266-20-01 по Программе ФНИ государственных академий наук на 2020–2022 гг., Рег. № НИОКТР AAAA-A19-119082690051-2 / The work was carried out within the framework of the state assignment № 075-01266-20-01 under the FNI of State Academies of Sciences for 2020-2022 Programme, Registration number № R&D AAAA-A19-119082690051-2.

L.P. Evstratova, Grand PhD in Agricultural sciences, Professor E.V. Nikolaeva, PhD in Agricultural sciences G.V. Evseeva I.V. Evstratov

Laboratory of agricultural technologies «Vilga», Department of Multidisciplinary Scientific Research of the Karelian Research Centre RAS

RF, 185506, Respublika Kareliya, Prionezhskij r-n, p. Novaya Vilga, ul. Central'naya, 12

E-mail: levstratova@yandex.ru

AGROPHYTOCENOSES PRODUCTIVITY UNDER COCULTURING OF PERENNIAL GRASSES AND JERUSALEM ARTICHOKE

The productivity of legume-grass stands (with the participation of meadow timothy, boneless stalk, hybrid clover or variable alfalfa) and joint crops of the above-mentioned perennial grasses with jerusalem artichoke in the conditions of Karelia was evaluated. Inclusion of new ones for the Republic of Medicago varia Mart. and Helianthus tuberosus L. in the composition of agrophytocenoses with a long period of economic use will contribute to solving the problem of increasing the volume of harvesting and the quality of feed. It was found that in the first year of plant life, the highest indicators of productivity and quality of aboveground dry mass (5.9 t/ha and 6.5 thousand fodder units) were provided by single-species planting of jerusalem artichoke. In the second year of life, the growth rates of plants differed in mowing and depended on the heterogeneity of meteorological conditions, the biological characteristics of the species and the composition of the herbage. In the first mowing (June 25), when harvesting only perennial grasses, the differences in the biomass yield in the experimental variants relative to the clover-grain control were insignificant. In conditions of long daylight, the process of forming the leaf-stem mass of H. tuberosus continued until the second alienation of grasses (August 18). In total, for two mowing operations with strip joint cultivation of perennial grasses and jerusalem artichoke, the yield of dry forage mass increased almost twice relative to the single-species agrophytocenosis of H. tuberosus, while the maximum productivity per hectare (8.1 tons of dry mass, 8.46 thousand feed units, 95.58 GJ of exchange energy, 1.45 tons of crude protein) was obtained in the variant with the participation of hybrid clover.

Key words: perennial legume-cereal grasses, jerusalem artichoke, co-cultivation, productivity.

Расширение ассортимента кормовых культур путем включения в состав многолетних агрофитоценозов интродуцированных и нетрадиционных видов способствует увеличению продуктивности и качества кормов. Хозяйствующие субъекты при конструировании бобово-злаковых травостоев чаще всего используют клевер луговой, который, несмотря на высокую потенциальную урожайность кормовой массы, например, в природно-климатических условиях Республики Карелия, характеризуется малым долголетием. Заслуживают внимания интродуцированные сорта люцерны изменчивой с высокими показателями продуктивности, толерантности к кислым почвам и более длительным сроком хозяйственного использования. Решить проблему увеличения объемов заготовки и качества кормов возможно, применяя высокопродуктивную культуру – топинамбур. В условиях продолжительного светового дня его рекомендуют выращивать для получения надземной массы. [8] На севере европейской части России топинамбур дает 35...80 т/га зеленой массы [13], в Вологодской области – до 46, Архангельской -24,4...44,2, а на Урале - до 100 т/га при небольшом сборе мелких морозоустойчивых клубней. [14] Листья и стебли топинамбура скармливают скоту в виде зеленой подкормки, сена, сенажа, травяной муки. Листостебельная масса, содержащая большое количество сахаров (25...30 % к сухому веществу), хорошо силосуется с кормовой массой однолетних и многолетних трав. В зеленой массе содержание сухого вещества составляет 22...26 %; в 100 кг – 18...20 корм. ед., на 1 корм. ед. приходится 90 г и более переваримого протеина. [2–5, 9, 10, 12]

Цель работы — изучить продуктивность агрофитоценозов при совместном выращивании многолетних бобово-злаковых трав и топинамбура в климатических условиях Карелии.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Работу проводили на опытном поле лаборатории агротехнологий «Вилга» отдела комплексных научных исследований ФИЦ «Карельский научный центр РАН» (КарНЦ РАН).

Материал для изучения – трехкомпонентные бобово-злаковые травостои с участием тимофеевки луговой (сорт Олонецкая местная), костреца безостого (Воронежский 17), клевера гибридного (Первенец) или люцерны изменчивой (Агния), одновидовые посадки топинамбура, а также совместные посевы с полосным чередованием последнего и вышеуказанных многолетних травосмесей. В качестве контролей при обработке линейных показателей использовали соответствующие значения отдельных видов растений: топинамбур (вариант 1), тимофеевка луговая, кострец безостый, клевер гибридный (вариант 2), люцерна изменчивая (вариант 3), а урожайности – одновидовые посадки топинамбура (вариант 1) и распространенную в кормопроизводстве Карелии травосмесь тимофеевки луговой, костреца безостого и клевера гибридного (вариант 2).

Перед посевом семена люцерны изменчивой и клевера гибридного обрабатывали ризоторфином, содержащим специфические штаммы Rhizobium. Посев многолетних трав беспокровный. Клубни топинамбура для весенней посадки выкапывали на плантации местных форм H. tuberosus. Масса одного клубня -10...12 г. Норма посадки топинамбура -28 тыс./га, схема 50×70 см. Площадь учетной делянки 20 м^2 ($4 \times 5 \text{ м}$), повторность четырехкратная, метод размещения - рендомизированный. Совместное выращивание предполагало чередование кормовых культур (ширина полосы -1,25 м): топинамбур - многолетние травы - топинамбур - многолетние травы.

Таблица 1. Линейные показатели роста кормовых растений первого года жизни, см

Вариант	$\overline{\chi}\pm s_{\chi}^{-}$	V, %	$t_{_{\Phi}}$
1. Топинамбур (контроль)	103,3±2,0	10,4	_
2. Тимофеевка луговая (контроль)	54,0±2,3	23,5	_
Кострец безостый (контроль)	60,4±2,5	22,8	_
Клевер гибридный (контроль)	58,8±2,4	22,4	_
3. Тимофеевка луговая	47,0±1,7	19,4	-2,48*
Кострец безостый	51,6±2,1	22,2	-2,68*
Люцерна изменчивая (контроль)	25,1±1,6	35,5	_
4. Тимофеевка луговая	56,8±1,9	17,8	0,94
Кострец безостый	55,4±2,3	22,9	-1,47
Клевер гибридный	58,6±3,5	25,9	-0,03
Топинамбур	103,5±3,0	15,8	0,06
5. Тимофеевка луговая	50,3±2,2	24,3	-1,16
Кострец безостый	61,3±2,3	20,9	0,26
Люцерна изменчивая	28,2±1,7	33,0	1,29
Топинамбур	112,1±1,9	9,2	3,25*

Примечание. \bar{x} — средний показатель, $s_{\bar{x}}$ — ошибка средней величины, V, % — коэффициент вариации, коэффициент Стьюдента: tф — фактическое и tt — теоретическое значения (tt = 2,00), * — отклонения от контроля существенны на 5%—м уровне значимости (to же в табл. 2).

Таблица 2. Линейные показатели роста кормовых растений второго года жизни, см

Вариант	x±s _x	V, %	tφ	tτ
пер	вый укос			
1. Топинамбур (контроль)	58,7±1,0	19,2	-	_
2. Тимофеевка луговая (контроль)	95,5±1,4	8,3	_	_
Кострец безостый (контроль)	108,3±2,2	11,2	-	-
Клевер гибридный (контроль)	79,0±1,2	8,2	_	_
3. Тимофеевка луговая	96,7±1,7	9,9	0,52	2,00
Кострец безостый	108,9±2,4	11,9	0,19	2,00
Пюцерна изменчивая (контроль)	45,5±1,2	14,5	_	_
4. Тимофеевка луговая	97,3±1,5	8,4	0,85	2,00
Кострец безостый	108,7±2,1	10,6	0,15	2,00
Клевер гибридный	81,3±1,1	7,5	1,41	2,00
Топинамбур	60,8±1,1	19,6	1,42	1,96
5. Тимофеевка луговая	91,5±1,6	9,8	-1,83	2,00
Кострец безостый	103,2±2,4	12,7	-1,55	2,00
Пюцерна изменчивая	39,8±1,3	17,6	-3,23*	2,00
Топинамбур	59,9±1,0	18,4	0,85	1,96
BTO	рой укос			
1. Топинамбур (контроль)	125,6±2,2	16,9	_	-
2. Тимофеевка луговая (контроль)	$37,9\pm2,2$	32,0		
Кострец безостый (контроль)	45,4±2,0	24,0	_	_
Клевер гибридный (контроль)	41,4±1,5	19,7	_	_
3. Тимофеевка луговая	26,5±1,1	23,7	-4,57*	2,00
Кострец безостый	38,5±1,5	21,4	-2,77*	2,00
Пюцерна изменчивая (контроль)	24,4±1,2	27,2	-	-
4. Тимофеевка луговая	33,3±1,5	24,1	-1,75	2,00
Кострец безостый	44,4±1,3	16,5	-0,43	2,00
Клевер гибридный	36,4±2,0	29,4	-2,04*	2,00
Топинамбур	117,9±2,1	16,6	-2,54*	1,96
5. Тимофеевка луговая	33,7±1,4	22,6	-1,62	2,00
Кострец безостый	45,4±1,8	21,9	-0,02	2,00
Люцерна изменчивая	21,0±1,3	35,2	-1,89	2,00
Топинамбур	123,7±2,2	16,8	-0,60	1,96

На протяжении вегетационного периода измеряли длину стеблей растений, учитывали урожайность сухой массы, энергетическую продуктивность, сбор сырого протеина.

Экспериментальные исследования с кормовыми культурами проводили согласно методикам полевого опыта [7] и Россельхозакадемии. [11] Биохимические показатели определяли спектрофотометром СФ-2000, атомно-абсорбционным спекторофотометром АА-7000, потенциометром Анион 4100 центра коллективного пользования КарНЦ РАН.

Годы исследований (2019-2020) характеризовались неоднородностью метеорологических показателей, для оценки влияния которых на рост и урожайность культур применяли обобщенный показатель – гидротермический коэффициент (ГТК) по Г.Т. Селянинову. [1] В течение вегетации растений 2019 года урожай биомассы формировался на фоне колебания погодных условий: в первой половине сезона повышенная теплообеспеченность сочеталась с дефицитом осадков (ГТК = 0.79), а во второй – их избыток с недостатком тепла (3,01). В 2020 году образование кормовой массы первого укоса происходило при неравномерной влагообеспеченности и повышенной температуре воздуха $(\Gamma TK = 1,46)$, а второго — недостаточных показателях количества осадков и суммы активных температур (1, 11).

Почва участка дерново-подзолистая, хорошо окультуренная — легкосуглинистая. Содержание подвижных форм фосфора (250...439 мг/кг) и калия (280...301 мг/кг) — очень высокое, рH — 5,2...5,3.

Экспериментальные данные статистически обрабатывали с помощью Microsoft Excel 2010.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В начальный период формирования агрофитоценозов линейный рост тимофеевки луговой и костреца безостого в составе травостоя с люцерной изменчивой значительно отставал от соответствующих значений контроля — сочетания злаковых трав с клевером гибридным (табл. 1). Совместное выращивание топинамбура с многолетними бобово-злаковыми травами, в основном, не повлияло на ростовые процессы последних. Медленное развитие люцерны изменчивой (вариант 5), в отличие от клевера гибридного, способствовало достоверному превышению длины стеблей топинамбура относительно контроля — одновидовая посадка культуры (вариант 1).

В полевых условиях 2020 года темпы роста представителей агрофитоценозов различались по укосам и зависели от неоднородности метеорологических показателей, биологических особенностей видов, состава травостоя. К первому укосу (25 июня) не выявлено существенных изменений длины стеблей изученных компонентов травостоев относительно контрольных растений (табл. 2). Исключение составила люцерна изменчивая в совместном посеве со злаковыми травами и топинамбуром: у М. varia наряду с достоверным уменьшением длины стеблей увеличилась вариабельность их линейных значений. Возможно, в условиях неравномерной

Таблица 3. Динамика ростовых процессов топинамбура в одновидовых посадках и в составе агрофитоценозов (2020 год)

	25 июня			14 июля			18 августа			
Вариант	$\overline{\chi}\pm s_{\chi}^{-}$	V, %	tφ	$\overline{\chi}\pm s_{\chi}^{-}$	V, %	tφ	$\overline{x}\pm s_{x}^{-}$	V, %	tφ	
Длина стебля, см										
Топинамбур (контроль)	58,7±1,0	19,2	_	70,0±1,0	15,2	_	125,6±2,2	16,9	_	
Топинамбур + злаковые травы + клевер	60,8±1,1	19,6	1,4	65,9±1,2	19,1	-2,7*	117,9±2,1	16,6	-2,5*	
Топинамбур + злаковые травы + люцерна	59,9±1,0	18,4	0,9	64,4±0,9	16,1	-4,1*	123,7±2,2	16,8	-0,6	
			Количество л	пистьев						
Топинамбур (контроль)	13,1±0,2	17,0	-	$17,3\pm0,2$	11,1	_	25,4±0,3	12,4	-	
Топинамбур + злаковые травы + клевер	13,4±0,2	18,4	0,9	15,6±0,2	15,7	-5,7*	24,5±0,4	15,3	-1,8	
Топинамбур + злаковые травы + люцерна	12,9±0,2	18,9	-0,8	15,4±0,2	14,6	−7,0 *	$24,9\pm0,4$	15,9	-1,0	

Примечание. tт.= 1,96.

влагообеспеченности обострилась корневая конкуренция кормовых культур.

В межукосный период недостаточные влаго- и теплообеспеченность - причина снижения интенсивности развития симбиотического аппарата растений люцерны изменчивой второго года жизни, обусловили существенное уменьшение длины стеблей злаковых трав в составе бобово-злакового травостоя (вариант 3). В более сложных по ботаническому составу агрофитоценозах (вариант 4, 5) выявлена общая тенденция ослабления ростовых процессов составляющих видов растений. В целом, ко второму укосу (18 августа) все многолетние травы, особенно тимофеевка луговая и люцерна изменчивая, имели медленные темпы отрастания. Иначе развивались растения топинамбура. К первому укосу многолетних бобово-злаковых трав H. tuberosus еще не сформировал достаточный урожай листостебельной массы, процесс нарастания которой, по литературным данным [13], продолжается до начала образования клубней. В условиях продолжительного светового дня увеличение надземной массы топинамбура происходило до второго укоса трав.

Наблюдения за особенностями изменения линейных параметров *H. tuberosus* в течение полевого сезона показали, что в более сложных агрофитоценозах к середине июля достоверно снижались ростовые процессы топинамбура (табл. 3). Подобная закономерность установлена и по количеству сформировавшихся листьев. Может быть, это связано с тем, что пониженный запас влаги в почве, сопряженный с ее затратами при отрастании трав после первого укоса, вызвал уменьшение изученных морфометрических показателей топинамбура относительно контроля.

В первый год жизни растений различия в видовом составе изученных травостоев обеспечили неодинаковое формирование урожая сухой массы: на фоне незначительных отклонений достоверное его снижение по сравнению с одновидовыми посадками топинамбура (контроль 1) получено в вариантах бобово-злаковых травосмесей с люцерной, а также их совместного произрастания с топинамбуром (табл. 4). Участие кормовых культур, дающих большое количество хорошо облиственных побегов, способствовало получению более высокого урожая сухой массы в вариантах с одновидовыми посадками

топинамбура, а также при сочетании последнего с компонентным составом контроля 2. Урожайность этих агрофитоценозов достигала соответственно 5,9 и 5,1 т/га с выходом кормовых единиц 6,5 и 5,3 тыс./га. Урожайность сухой массы в одновидовых посадках топинамбура превышала таковую в четырехкомпонентных растительных сообществах на его основе с включением клевера гибридного в 1,2 раза и люцерны изменчивой -1,7 раза. Энергетическая ценность корма, полученного за один укос в каждом из числа изученных агрофитоценозов, колебалась в диапазоне 0,88...1,11 корм. ед. и 10,4...11,7 МДж обменной энергии в 1 кг сух. вещ. Содержание сырого протеина в корме варьировало от 10,9 до 17,3 %. Обеспеченность 1 корм. ед. переваримым протеином в контроле 1 - 83 г, остальных вариантах — 98...146 г.

На протяжении всего полевого сезона 2020 года урожай сухой биомассы по укосам — 67,0...75,4 и 24,6...33,0 %. Учитывая, что листостебельную массу топинамбура скашивали лишь во время второго укоса многолетних трав, различия между показателями урожайности последних в вариантах опыта и контроля 2 в первом укосе были незначительны. В межукосный период медленные темпы отраста-

Таблица 4. Урожайность сухой кормовой массы, т/га

	Год						
Вариант		второй					
рариант	первый	ук	OC	22 002 0000			
		первый	второй	за два укоса			
Топинамбур (контроль 1)	5,9	-	3,9**	3,9**			
Злаковые травы + клевер (контроль 2)	4,5	5,0	2,7*	7,7*			
Злаковые травы + люцерна	3,3*	4,6	1,5*/**	6,1*			
Злаковые травы + клевер + топинамбур	5,1	5,5	2,7*	8,2*			
Злаковые травы + люцерна + топинамбур	3,5*	5,6	2,2*/**	7,8*			
HCP ₀₅	1,6	_	0,5	1,6			
$F_{oldsymbol{\phi}}$	23,5	0,75	28,0	11,6			
F _T	3,26	3,86	3,26	3,26			

Примечание. * — достоверные отклонения от контроля 1; ** — контроля 2.

ния тимофеевки луговой и люцерны изменчивой обусловили во втором укосе существенное снижение урожая сухой массы во всех вариантах опыта относительно одновидового агроценоза топинамбура. Наряду с этим, сбор урожая кормовой массы с *M. varia* достоверно был ниже по сравнению с клеверо-злаковым контролем.

В сумме за два укоса прибавка урожая сухого вещества из-за включения топинамбура в бобово-злаковые травостои составила соответственно 6,1 и 27,4 % относительно вариантов без *H. tuberosus*. Наилучшие показатели получены в совместном агрофитоценозе топинамбура и многолетних трав с участием клевера гибридного, где урожай кормовой массы превысил на 3,7...52,4 % другие варианты опыта. По продуктивности 1 га многолетних травостоев первый укос был намного выше второго. Одновидовой агрофитоценоз топинамбура превышал по сбору кормовых единиц в 1,0...3,2 раза, выходу обменной энергии 1,0...2,8, сырого протеина 1,0...1,5 раза соответствующие значения других изученных вариантов.

Энергетическая продуктивность агрофитоценозов, полученная за два укоса во всех совместных и смешанных вариантах опыта, была высокой и колебалась в диапазоне 6,11...8,46 тыс. корм. ед. и 68,11...95,58 ГДж обменной энергии, 1,21...1,62 т сырого протеина на 1 га. При анализе питательной ценности сухой биомассы кормовых растений выявлено, что в первом укосе растительная масса, полученная с многолетних бобово-злаковых травостоев, характеризовалась высоким содержанием сырого протеина — 17,85...20,24 %. Обеспеченность 1 корм. ед. и 1 МДж обменной энергии переваримым протеином достигала 148...177 и 13,5...15,8 г соответственно. Энергонасыщенность 1 кг сухой массы составила 0,98...1,03 корм. ед. и 11,0...11,3 МДж. Надземная растительная масса, полученная во втором укосе, отличалась высоким содержанием сырого протеина, достигая максимального значения 24,13 % при сочетании злаковых трав с люцерной изменчивой. В остальных вариантах многолетних травостоев этот показатель варьировал от 17,55 до 21,43 %. Концентрация энергии в 1 кг сух. вещ. вышеуказанных вариантов составила 0,88...1,05 корм. ед. и 10,4...11,4 МДж, обеспеченность 1 корм. ед. и 1 МДж переваримым протеином достигала 140...222 и 12,9...18,9 г соответственно.

Таким образом, в климатических условиях Карелии в первый год жизни кормовых растений одновидовой агрофитоценоз топинамбура превысил продуктивность 1 га многолетних бобово-злаковых трав и их сочетаний с *H. tuberosus* в 1,2...1,8 раза. Независимо от состава агрофитоценоза энергетическая ценность 1 кг сух. вещ. варьировала в пределах 0,88...1,11 корм. ед. и 10,4...11,7 МДж обменной энергии. Во второй год жизни растений при менее благоприятных метеорологических условиях совместное возделывание топинамбура и многолетних трав обеспечило максимальную продуктивность 1 га в варианте с участием клевера гибридного (8,2 т сухой массы, 8,46 тыс. корм. ед., 95,58 ГДж обменной энергии, 1,45 т сырого протеина). Питательная ценность корма из многолетних трав, определяемая, в первую очередь, участием в них бобового компонента [6], была высокой из-за клевера гибридного.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- 1. Агроклиматические ресурсы Карельской АССР // Справочник. Л.: Гидрометиоиздат, 1974. 115 с.
- 2. Биологические особенности топинамбура [Электронный ресурс]. URL: http://biofile.ru/bio/34201.html (дата обращения 18.11.2020).
- Вавилов, П.П. Новые кормовые культуры / П.П. Вавилов, А.А. Кондратьев. М.: Россельхозиздат, 1975. С. 247–277.
- Вавилов, П.П. Растениеводство / П.П. Вавилов, В.В. Гриценко. – М.: Колос, 1979. – С. 310–317.
- 5. Голубев, В.Н. Топинамбур. Состав. Свойства. Способы переработки. Области применения / В.Н. Голубев, И.В. Волкова, Х.М. Кушалаков. М., 1995. С. 31—35.
- Дронова, Т.Н. Урожайность и питательная ценность поливидовых посевов многолетних трав / Т.Н. Дронова, Н.И. Бурцева, С.Ю. Невежин и др. // Научно-агрономический журнал. – 2011. – № 1 (88). – С. 12–16.
- Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. – М.: Книга по требованию, 2012. – 352 с.
- Икконен, Е.Н. Эколого-физиологическая характеристика и оценка перспективности выращивания *Hellianthus tuberosus* L. на территории Карелии / Е.Н. Икконен, Ю.Ю. Фомина и др. // Электронный журнал «Вестник МГОУ. 2014. № 1. С. 1–13.
- Королев, Д.Д. Картофель и топинамбур продукты будущего / Д.Д. Королев, Е.А. Симаков. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2007 – С. 236–239.
- 10. Медведев, П.Ф. Кормовые растения европейской части СССР / П.Ф. Медведев, А.И. Сметанникова // Справочник. М.: Колос, 1981. С. 284–287.
- 11. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. М.: Россельхозакадемия, 1997. 156 с.
- 12. Светашов, А.С. Топинамбур ценная кормовая культура / А.С. Светашов, В.А. Шатохин // Совершенствование технологий возделывания технических и кормовых культур в Центральной Черноземной зоне. Воронеж, 1991. С. 99—101.
- 13. Топинамбур [Электронный ресурс]. URL: https://universityagro.ru/ (дата обращения 17.12.2020).
- Урожайность и продуктивность топинамбура [Электронный ресурс]. URL:https://www.topinambour.ru/popularinfo/171009170428.html (дата обращения 16.12.2020).

LIST OF SOURSES

- Agroklimaticheskie resursy Karel'skoj ASSR // Spravochnik. L.: Gidrometioizdat, 1974. 115 s.
- Biologicheskie osobennosti topinambura [Elektronnyj resurs]. – URL: http://biofile.ru/bio/34201.html (data obrashcheniya 18.11.2020).
- 3. Vavilov, P.P. Novye kormovye kul'tury / P.P. Vavilov, A.A. Kondrat'ev. M.: Rossel'hozizdat, 1975. S. 247–277.
- 4. Vavilov, P.P. Rastenievodstvo / P.P. Vavilov, V.V. Gricenko. M.: Kolos, 1979. S. 310—317.
- 5. Golubev, V.N. Topinambur. Sostav. Svojstva. Sposoby pererabotki. Oblasti primeneniya / V.N. Golubev, I.V. Volkova, H.M. Kushalakov. M., 1995. S. 31—35.
- Dronova, T.N. Urozhajnost' i pitatel'naya cennost' polividovyh posevov mnogoletnih trav / T.N. Dronova, N.I. Burceva, S.Yu. Nevezhin i dr. // Nauchno–agronomicheskij zhurnal. 2011. № 1 (88). S. 12–16.

- Dospekhov, B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoj obrabotki rezul'tatov issledovanij) / B.A. Dospekhov. M.: Kniga po trebovaniyu, 2012. 352 s.
- Ikkonen, E.N. Ekologo-fiziologicheskaya harakteristika i ocenka perspektivnosti vyrashchivaniya Hellianthus tuberosus L. na territorii Karelii / E.N. Ikkonen, Yu.Yu. Fomina i dr. // Elektronnyj zhurnal «Vestnik MGOU. – 2014. – № 1. – S. 1–13.
- Korolev, D.D. Kartofel' i topinambur produkty budushchego / D.D. Korolev, E.A. Simakov. – M.: FGNU «Rosinformagrotekh», 2007 – S. 236–239.
- Medvedev, P.F. Kormovye rasteniya evropejskoj chasti SSSR / P.F. Medvedev A.I. Smetannikova // Spravochnik. – M.: Kolos, 1981. – S. 284–287.
- Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu polevyh opytov s kormovymi kul'turami. M.: Rossel'hozakademiya, 1997. – 156 s.
- 12. Svetashov, A.S. Topinambur cennaya kormovaya kul'tura / A.S. Svetashov, V.A. Shatohin // Sovershenstvovanie tekhnologij vozdelyvaniya tekhnicheskih i kormovyh kul'tur v Central'noj Chernozemnoj zone. Voronezh, 1991. S. 99–101.
- 13. Topinambur [Elektronnyj resurs]. URL: https://universityagro.ru/ (data obrashcheniya 17.12.2020).
- 14. Urozhajnost' i produktivnost' topinambura [Elektronnyj resurs]. URL:https://www.topinambour.ru/popularinfo/171009170428.html (data obrashcheniya 16.12.2020).

DOI: 10.30850/vrsn/2021/5/72-77

А.Б. Биарсланов, кандидат биологических наук

Прикаспийский институт биологических ресурсов Дагестанского ФИЦ РАН РФ, 367000, Республика Дагестан, г. Махачкала, ул. М. Гаджиева, 45

З.Г. Залибеков, доктор биологических наук, профессор

Институт геологии Дагестанского ФИЦ РАН

РФ, 367000, Республика Дагестан, г. Махачкала, ул. М. Ярагского, 75

3.У. Гасанова, кандидат биологических наук

П.А. Абдурашидова, научный сотрудник

В.А. Желновакова, научный сотрудник

Прикаспийский институт биологических ресурсов Дагестанского ФИЦ РАН

И.Р. Гаджиев

Лаборатория комплексных исследований природных ресурсов Западно-Каспийского региона Дагестанского ФИЦ РАН РФ, 367000, Республика Дагестан, г. Махачкала, ул. М. Гаджиева, 45

E-mail: axa73@mail.ru

УДК 631.48

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ СОЛЕВОГО БАЛАНСА ПОЧВ ИМПАКТНОЙ ЗОНЫ АРТЕЗИАНСКИХ ИСТОЧНИКОВ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО ПРИКАСПИЯ*

В статье представлено исследование деградации почвенного покрова северной части Республики Лагестан в условиях антропогенной нагрузки — добычи подземных вод и их нерационального использования в режиме самоизливания. Интенсивная добыча подземных вод для хозяйственно-питьевого водоснабжения и обводнения пастбищ приводит к необратимым последствиям в почвенном покрове. Изучение процессов распределения солей в почвах с техногенной нагрузкой в основном рассматривают для гумидной зоны, в аридной такие работы практически не проводили. Цель исследования — определение состояния солевого баланса почв на предмет возможного техногенного галогенеза при длительном (полувековом) непрерывном воздействии артезианских источников. Анализ территориального распределения солей рассматривается на почвах морской прибрежной полосы и центральной части Терско-Кумской низменности, представленных разновидностями луговых засоленных и светло-каштановых карбонатных почв. При взаимном расположении выбраны экспериментальные участки с привязкой к артезианским источникам в приморской полосе и континентальной части. На экспериментальных участках заложены опытные и контрольные разрезы. Почвенные образцы и пробы артезианских вод исследовали на содержание легкорастворимых солей по общепринятым методам. Установлено, что в условиях свободно изливающихся артезианских источников, почвы континентальной части отличаются повышенным содержанием солей и составляют по профилю 0,26-0,48 %, в образцах контрольных участков 0,11-0,17 %. У прибрежных почв более высокая степень засоления, влияние минерализованных вод источников оказывает опресняющий эффект. На опытном участке содержание coneй - 0.31-0.51%, контрольных -1.22-4.29%.

Ключевые слова: солевой баланс почв, артезианские источники, засоление, рассоление, континентальная часть, приморская полоса.

^{*} Работа выполнена по темам Госзадания: ПИБР ДФИЦ РАН (№ 0172-2019-0014) «Динамика почвенного покрова и био-продуктивности экосистем Северо-Западного Прикаспия и Восточного Кавказа», Института геологии ДФИЦ РАН (№ НИОКТР АААА-А17-1170213110199-9) «Ландшафтно-геохимическое районирование Прикаспийской низменности», Лаборатории КИПР ДФИЦ РАН (№ 0172-2019-0002) «Изучение, сохранение и воспроизводство биологических ресурсов экосистем Западного Прикаспия)» / The work was carried out within the framework of the state assignment CIBR DFRI RAS (№ 0172-2019-0014) "Dynamics of soil cover and bioproductivity of Norther-West Pre-Caspian and East Caucas ecosystems", Laboratory of CRNR DFRI RAS (№ 0172-2019-0002) "Study of the biological resources conservation and reproduction of West Pre-Caspian region ecosystems".

A.B. Biarslanov, PhD in Biological sciences

Precaspian Institute of Biological Resources of the Daghestan FRC RAS RF, 367000, Respublika Dagestan, g. Mahachkala, ul. M. Gadzhieva, 45

Z.G. Zalibekov, Grand PhD in Biological sciences, Professor

Institute of Geology of the Daghestan FRC RAS

RF, 367000, Respublika Dagestan, g. Mahachkala, ul. M. Yaragskogo, 75

Z.U. Gasanova, PhD in Biological sciences

P.A. Abdurashidova, researcher

V.A. Zhelnovakova, researcher

Precaspian Institute of Biological Resources of the Daghestan FRC RAS

I.R. Gadzhiev

Integrated Natural Resources Research Laboratory of the Western Caspian Region of the Daghestan FRC RAS RF, 367000, Respublika Dagestan, g. Mahachkala, ul. M. Gadzhieva, 45

E-mail: axa73@mail.ru

THE CURRENT STATE OF THE SALT STATUS OF SOILS IN ARTESIAN SPRINGS IMPACT ZONE OF THE NORTH-WESTERN CASPIAN REGION

The paper is devoted to soil cover degradation in the northen part of the Republic of Dagestan. Soil degradation is affected by irrational using free flowing underground water of artesians. Intensive extraction of underground water for domestic drinking water supply and pastures watering leads to irreversible processes in the soil cover. The study of salt spreading processes in soils caused by technogenic pressure is mainly considered for humid zone, in arid zone such work was not carried out. In this regard, the aim of the study is to clarify the state of the salt balance of soils for possible technogenic halogenesis under the conditions of a long half-century, continuous impact of artesian sources. The analysis of the territorial spreading of salts is considered on the example of soils of the marine coast and the central part of the Terek-Kuma lowland, represented by varieties of meadow saline and light chestnut soils. Taking into account the conditions of mutual location, experimental plots were selected with reference to artesian sources in the marine coast and in the continental part. Experimental and control sections were laid at experimental plots. Soil samples and artesian water samples were tested for the content of light soluble salts using conventional methods. It was established that under conditions of self-flowing artesian sources the soil of the continental part is characterized by an increased salt content and is 0.26–0.48 % according to the profile against the background of the salt content in the samples of control plots – 0.11–0.17 %. Coastal soils are characterized by a higher degree of salinization, the influence of mineralized water sources has a desalinization impact. On the test plot the salt content is 0.31–0.51 %, in the control plot – 1.22–4.29 %.

Key words: salt balance of soils, artesian spring, salinization, desalinization, continental part, sea coast.

Исследование и оценка почвенно-растительного покрова аридных экосистем Северо-Западного Прикаспия в последнее десятилетие — объект повышенного внимания ученых в связи с усилением антропогенного воздействия. [4, 5] Наибольшее негативное влияние территория Северо-Западного Прикаспия испытывает из-за перевыпаса скота. [8]

Существуют и другие значимые факторы антропогенной нагрузки, вызывающие деградацию почвенного покрова — добыча подземных вод, их нерациональное использование в режиме самоизливания.

В то же время подземные воды — это один из главных, а иногда и единственный, источник водоснабжения населения многих регионов, в том числе северных районов Республики Дагестан. [6] Немаловажно качество питьевой воды — основы эпидемической безопасности и здоровья населения. [1] Эта ситуация требует применения эффективных мер для рационального управления водными ресурсами. [11]

Интенсивная добыча подземных вод для хозяйственно-питьевого водоснабжения и обводнения пастбищ приводит к необратимым процессам в почвенном покрове. Изливающиеся на поверхность потоки воды, отличающиеся различной степенью минерализации солей с преобладанием хлоридов натрия, изменяют свойства почв и вызывают обеднение растительного покрова. В первую очередь, это касается засоленных почв, так как ирригационное воздействие меняет физико-химические характеристики и гидрологический режим.

В зависимости от степени минерализации артезианских вод, могут развиваться процессы засоления

и локального рассоления. [2] Динамика солевого баланса может привести к формированию вторичного засоления или заболачивания. Развитие процессов зависит от интенсивности воздействия артезианских источников и почвообразующих пород. Уменьшение обводненности территории и количества выпадающих осадков приводит к более устойчивым солевым аккумуляциям. Вопросы распределения солей в почвах с техногенной нагрузкой рассматривали для гумидной зоны [3, 9, 10], в аридной такие работы не проводили.

Цель исследований — выявление состояния солевого баланса почв на предмет возможного техногенного галогенеза при длительном (полувековом) непрерывном воздействии артезианских источников.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Распределение солей рассматривается на примере морской прибрежной полосы и центральной части Терско-Кумской низменности, представленных разновидностями луговых засоленных и светлокаштановых карбонатных почв. На территории Терско-Кумской низменности действует 2680 артезианских источников с водоотбором 288,2 тыс. м³/сут. Наибольшие изменения в состоянии подземных вод интенсивной эксплуатационной нагрузки отмечены в северной части республики — на Северо-Дагестанской депрессионной равнине в Ногайском и Тарумовском районах, где более 1000 скважин работают с 50-х годов прошлого столетия на предельном самоизливе — более 40 тыс. м³/сут. В на-

Краткая характеристика изученных ландшафтов

Таблица 1.

Разрез	Координаты	Топографическое положение	Землепользование фоновых почв	Класс текстуры	
	Эксперименп	пальный участок 1 (юго-восток Терско	-Кумской низменности)		
Р-1 (опыт)	44°31′19.32» с.ш. 46°38′38.10» в.д.	23 км от с. Кочубей			
Р-500 (контроль)	44°31′24.72» с.ш. 46°39′15.66» в.д.	24 км от с. Кочубей	Заповедная территория	супесь	
Р-501 (контроль)	44°31′14.07» с.ш. 46°40′54.78» в.д.	25 км от с. Кочубей			
	Эксперименталь	ный участок 2 (центральная часть Те	рско-Кумской низменности)		
Р-2 (опыт)	44°41′20.23»с.ш. 46°24′30.94» в.д.	40 км от с. Кочубей			
Р-107 (контроль)	44°40′41.52» с.ш., 46°25′14.47» в.д.	39 км от с. Кочубей	Заброшенное пастбище	суглинок	
Р-108 (контроль)	44°40′2.28» с.ш., 46°25′4.74» в.д.	38 км от с. Кочубей			

Результаты анализа образцов воды артезианских источников

Таблица 2.

Мостоположение пата	Cuyoŭ ostatok 0/	HCO ₃ -	CI-	SO ₄ 2-	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K++Na+	
Местоположение, дата	Сухой остаток, %	мг/экв. (%)						
Кизлярский залив, 02.08.19 г.	0,516	7,68 (0,468)	2,00 (0,070)	0,85 (0,041)	0,50 (0,010)	1,00 (0,012)	9,03 (0,207)	
КБС, 03.08.2019 г.	0,536	7,60 (0,463)	1,00 (0,035)	1,54 (0,074)	0,50 (0,010)	1,50 (0,018)	8,14 (0,187)	

Результаты анализа водной вытяжки образцов гидроморфных почв

Таблица 3.

Разрез, дата	Глубина, см	Сухой остаток, %	HCO ₃ -	CI-	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K++Na+			
газрез, дата	ілуойна, см	Cyxuu ociaiok, %	мг/экв. (%)								
			Луговая ле	гкосуглинистая ка	рбонатная						
0	04	0,433	1,90 (0,116)	2,39 (0,085)	1,88 (0,090)	0,33 (0,007)	0,77 (0,009)	5,07 (0,127)			
	49	0,389	1,80 (0,110)	2,11 (0,075)	1,56 (0,075)	0,27 (0,005)	0,51 (0,006)	4,70 (0,117)			
Р-1 (опыт) 02.08.19 г. 912	0,441	2,50 (0,153)	1,97 (0,070)	1,56 (0,075)	0,23 (0,005)	0,47 (0,006)	5,33 (0,133)				
	1225 0,307	0,307	2,50 (0,153)	0,93 (0,033)	0,54 (0,026)	0,10 (0,002)	0,25 (0,003)	3,62 (0,091)			
2529	2529	0,245	2,40 (0,146)	0,46 (0,017)	0,19 (0,009)	0,12 (0,002)	0,17 (0,002)	2,76 (0,069)			
Солончак луговой легкосуглинистый											
010 P-500 (контроль)	010	1,382	0,30 (0,018)	18,80 (0,658)	5,73 (0,275)	4,50 (0,090)	6,00 (0,072)	14,31 (0,329)			
	1525	1,280	0,26 (0,015)	12,20 (0,427)	6,25 (0,300)	6,00 (0,120)	6,50 (0,078)	6,13 (0,140)			
02.08.19 г.	3040	1,286	0,20 (0,011)	13,00 (0,455)	7,95 (0,382)	4,50 (0,090)	6,50 (0,078)	10,15 (0,233)			
	5060	0,898	0,18 (0,010)	7,40 (0,259)	6,66 (0,320)	3,50 (0,070)	4,50 (0,054)	4,24 (0,097)			
			Лугово-болотна:	я тяжелосуглинис	тая карбонатная						
	010	4,128	0,24 (0,015)	43,00 (1,505)	34,37 (1,650)	11,75 (0,235)	20,75 (0,249)	44,74 (1,029)			
Р-501 (контроль)	1525	2,030	0,12 (0,100)	32,00 (1,120)	16,77 (0,757)	6,00 (0,120)	7,50 (0,090)	34,39 (0,790)			
03.08.19 г.	3545	2,384	0,14 (0,008)	27,20 (0,952)	15,25 (0,732)	5,50 (0,110)	8,50 (0,102)	28,59 (0,657)			
6575	6575	1,514	0,20 (0,012)	15,60 (0,546)	10,71 (0,514)	3,50 (0,070)	5,50 (0,066)	17,51 (0,400)			

стоящее время объем сброса подземных вод -71,0 тыс. м^3 /сут. [7]

Исследования проведены на разных типах почв в привязке к рельефу местности и высотным отметкам. В пределах Терско-Кумской низменности высотный градиент изменяется от минус 27 до 110 м н.у.м., где почвенный покров формируется в условиях радикально отличающихся по факторам почвообразования. С учетом взаимного расположения выбраны экспериментальные участки с привязкой к артезианским источникам в приморской полосе и континентальной части. На обоих экспериментальных участках заложено по три разреза: один — опытный, два — контрольных (табл. 1).

Опытные разрезы находятся в зоне непосредственного влияния артезианского источника, контрольные — на территории, находящейся в естественных природных условиях. Разрезы морфологически описали, отобрали почвенные образцы, пробы артезианских вод исследовали на содержание легкорастворимых солей общепринятым методом водной вытяжки.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Многолетнее и неконтролируемое самоизливание артезианских источников привело к сокращению запаса вод, усыханию искусственно созданных озер, обмелению каналов и, как следствие, развитию деградационных процессов засоления и осолонцевания почвенного покрова.

По результатам анализа образцов воды артезианского источника в прибрежной полосе Кизлярского залива содержание сухого остатка солей колеблется в пределах 0,516 мг/экв., тип химизма засоления — хлоридный (Cl⁻ / SO₄²⁻ > 2,0), степень засоления очень сильная (табл. 2).

Экспериментальный участок № 1 в прибрежной полосе Кизлярского залива представлен луговыми и лугово-болотными почвами разной степени засоления. Опытный разрез (P-1) заложен и описан 2 августа 2019 года в трех метрах от артезианского источника, почва — луговая легкосуглинистая карбонатная на морских слоистых отложениях.

Фоновый растительный покров — злаково-полынная группировка. Большая часть ареала, вблизи источника, представлена антропогенно-измененной растительностью - Верблюжьей колючкой (Alhagi Pseudalhagi) с проективным покрытием до 90 %, и единично — щирицей (Amaranthus albus). От артезиана идет протока на востоко-юго-восток. По краю протоки - ажрек (Aeluropus litoralis), единично — лебеда (Atriplex tatarica), отдельные стебли тростника (Phragmites).

При морфологическом описании разреза P-1 выделены и описаны генетические профили:

 A_{o} — 0-2. Рыхлый, порошистый, бесструктурный, сухой, серый, очень мелкие вкрапления ракушки, много мелких и средних корней. Зоофауна: муравьи.

 $A_{\rm l}$ — 2-4. Уплотненный, слоистый, свежий, обломки ракушки, серый, мелкие корни, редко отмершие корни.

B-4-9. Уплотненный, светло-серый, свежий, много мелких вкраплений гипса. Цвет сизоватосерый, структура угловато-мелко-комковатая. Темно-

бурые, предположительно марганцевые помазки по корням.

BC-9-12. Уплотненный, менее плотный по сравнению с горизонтом AB, мелко-комковатый, буровато-серый, легкий суглинок, слабо увлажненный, мелкие корни, обломки ракушки, вкрапления гипса — $d \approx 0.5$ мм.

 C_1 — 12-25. Уплотненный, рыхлый, легко распадается на комки, легкий суглинок. Влажный, цвет рыжевато-сизый, по граням модулей темно-коричневые пленки (марганцевые помазки) с сизыми пятнами. Мелкие живые корни.

 $C_{2g}-25-29$. Уплотненный, мелкий песок, влажный, серовато-рыжий, обломки ракушки (0,3...0,6 см), глеевый - сизые пятна с рыжими потеками вдоль корней (глубина проникновения содержащих кислород атмосферных осадков).

 $C_{3,g}$ — 29-61. Уплотненный, влажный, бесструктурный, легкий суглинок, глеевый, цвет - сизый, темно-коричневые пятна (предположительно остатки от крупных корней), мелкие корни.

 C_4 — 61-79. Уплотненный, бесструктурный, влажный, легкий суглинок, много мелких обломков ракушки.

Весь профиль бурно кипит, грунтовая вода не вскрыта.

Анализ водной вытяжки из почвенных образцов, взятых в зоне непосредственного воздействия самоизливающегося артезианского источника на содержание сухого остатка солей, изменяется в пределах 0,245...0,433 мг/экв. (табл. 3).

Тип засоления по всему профилю сульфатно-хлоридный, соответствует химизму засоления артезианского источника. Содержание хлоридов колеблется в пределах 0,46...2,39 мг/экв., сульфатов — 0,19...1,88 мг/экв. Максимальные значения — в верхних горизонтах.

Контрольные разрезы заложены на солончаке луговом и лугово-болотной солончаковатой почве. Отмечены неоднородность засоления по профилю, повышенное содержание солей в верхнем горизонте и пониженное в средней и нижней частях. В гумусовом горизонте сухой остаток солей достигает 1,382 и 4,128 мг/экв. (табл. 3). В нижних горизонтах наблюдается его снижение до 0,898 и 1,514 мг/экв. соответственно. Повышенное содержание солей в верхнем горизонте происходит из-за хлоридов, максимальная величина 18,80 и 43,00 мг/экв. Как видно по данным таблицы, общая щелочность (HCO₃) колеблется от 0,010 до 0,100 % (P-501, глубина 15...25 см), что немного выше значения 0,08 % (табл. 3). Остальные величины по профилю меняются от 0,010 до 0,018 %.

Накопление незначительного количества легкорастворимых солей в верхнем горизонте сменяется понижением в нижележащих, что в целом соответствует специфике распределения солей на контрольных участках. Химизм засоления во всех разрезах сульфатно-хлоридный и соответствует составу воды артезианского источника. Содержание сухого остатка солей в корнеобитаемом слое на опытном участке по профилю меняется от 0,245 до 1,382 мг/экв. и это значительно ниже, чем на контрольных 0,898...1,382 (Р-500) и 2,030...4,128 мг/экв. (Р-501) (рис. 1).

Установлено, что почвы гидроморфного типа формирования прибрежной полосы Кизлярского

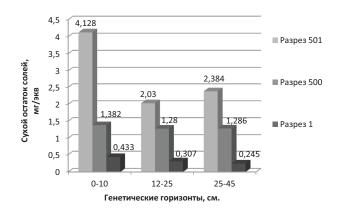


Рис. 1. Сухой остаток солей в почвах прибрежной полосы.

залива в зоне непосредственного влияния артезианского источника локально опреснены в верхних корнеобитаемых горизонтах.

Экспериментальный участок № 2 расположен в континентальной части Терско-Кумской низменности, почва — светло-каштановая. Закладка и описание опытного разреза (P-2) осуществлены в зоне непосредственного влияния артезианского источника.

Морфологическое описание разреза Р-2:

 $A_{_{0}}-0$ -2. Горизонт с активной седиментацией, мелкий песок, сухой, бесструктурный, светло-серый, остатки экскрементов животных.

BC – 2-9. Уплотненный, свежий, мелкий песок, непрочно-глыбистый, светло-серый.

 $C_1 - 9$ -32. Уплотненный, влажный, мелкий песок, бесструктурный.

 ${\rm C_2}-32\text{-}41.$ Рыхлый, влажный, мелкий песок, бесструктурный.

 $C_3 - 41$ -83. Влажный, бесструктурный, легкий суглинок, темно-серый, граница с вышележащим горизонтом резкая по цвету.

Бурно кипит по всему профилю, корней нет, грунтовая вода не вскрыта.

Показатели водной вытяжки из почвенных образцов опытного разреза меняются в зависимости от генетических горизонтов. В толще 0...10 см накопление сухого остатка солей до 0,394 %, на глубине 15...25 и 50...60 см содержание снижается до 0,256...0,266 % (табл. 4).

Почвы контрольных разрезов — светло-каштановая легкосуглинистая среднемощная солончаковатая и светло-каштановая супесчаная мощная солончаковая. На P-107 и P-108 показатели сухого остатка солей меняются в пределах 0,164...0,172 и 0,106...0,172 % соответственно (табл. 4).

Тип химизма засоления почвенных горизонтов во всех разрезах хлоридно-сульфатный, что соответствует составу воды артезианского источника. Максимальные значения хлоридов контрольных разрезов в верхних горизонтах (0...10 и 20...30 см) — 0,4...0,89 мг/экв. Согласно данным водной вытяжки, почвы континентальной части, находящиеся в условиях влияния самоизливающихся артезианских источников, испытывают незначительное повышение степени засоления, что объясняется более низкой степенью их засоления в естественном состоянии. Содержание сухого остатка солей на опытном разрезе P-2 — 0,394...0,256 мг/экв., а на контрольных P-107 и P-108 0,164...0,170 и 0,106...0,172 мг/экв. соответственно (рис. 2).

Установлено, что на опытном участке наблюдается аккумуляция солей в верхнем горизонте при невысокой степени засоления почв контрольных участков и снижение содержания сухого остатка солей в нижележащих горизонтах.

Выводы. В условиях свободно изливающихся артезианских источников, почвы континентальной части отличаются повышенным содержанием

Результаты анализа водной вытяжки образцов автоморфных почв

Таблица 4.

	F (HCO,-	CI-	SO ₄ 2-	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K++Na+			
Разрез, дата	Глубина, см	Сухой остаток, %	,	мг/экв. (%)							
Светло-каштановая легкосуглинистая солончаковатая											
	05	0,394	0,840 (0,051)	1,20 (0,042)	2,31 (0,111)	1,000 (0,020)	0,750 (0,009)	2,60 (0,059)			
Р-2 (опыт) 03.08.19 г.	1525	0,266	0,900 (0,054)	0,40 (0,014)	2,32 (0,111)	1,250 (0,025)	0,500 (0,006)	1,87 (0,043)			
	5060	0,256	0,560 (0,034)	0,40 (0,014)	1,54 (0,074)	1,500 (0,030)	0,500 (0,006)	0,500 (0,011)			
(012	0,164	0,04 (0,002)	0,40 (0,014)	1,62 (0,078)	1,00 (0,020)	1,00 (0,012)	0,06 (0,001)			
P-107 (контроль) 3.08.19 г.	1828	0,106	0,32 (0,019)	0,40 (0,014)	0,942 (0,045)	1,50 (0,030)	0,50 (0,006)	-			
	3848	0,172	0,44 (0,027)	1,00 (0,035)	0,685 (0,033)	1,25 (0,025)	1,25 (0,015)	_			
		C	ветло-каштанова	ая супесчаная сол	ончаковая						
	010	0,106	0,28 (0,015)	0,40 (0,014)	0,97 (0,047)	0,50 (0,010)	1,00 (0,012)	0,15 (0,003)			
P-108 (контроль) 03.08.19 г.	2030	0,136	0,32 (0,019)	0,89 (0,014)	1, 85 (0,041)	1,00 (0,020)	1,00 (0,012)	0,57 (0,013)			
405	4050	0,172	0,28 (0,017)	0,20 (0,042)	2,27 (0,051)	1,00 (0,020)	2,00 (0,024)	0,75 (0,017)			

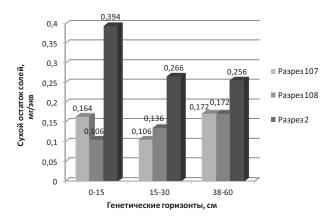


Рис. 2. Содержание сухого остатка солей в почвах континентальной части.

солей (0,26...0,48~%) по сравнению с контролем (0,11...0,17~%). У прибрежных почв наиболее высокая степень засоления: на опытном участке — 0,31...0,51~%, контрольных — 1,22...4,29~%.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- Абдулмуталимова, Т.О. Оценка влияния природных гидрогеохимических провинций на качество питьевых вод и здоровье населения (на примере Республики Дагестан) / Т.О. Абдулмуталимова, Л.М. Курбанова, А.Ш. Гусейнова и др. // Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. 2000. Вып. № 66. С. 231-236.
- 2. Гасанова, З.У. Светло-каштановые почвы Терско-Кумской низменности в условиях орошаемого лесоразведения / З.У. Гасанова, Л.М. Курбанова, В.А. Желновакова // Труды института геологии Дагестанского научного центра РАН. - 2012. — Вып. 61. - С. 118-122.
- 3. Глазовская, М.А. Методические основы оценки эколого-геохимической устойчивости почв к техногенным воздействиям / М.А. Глазовская. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1997. 102 с.
- 4. Залибеков, З.Г. О закономерностях формирования продукционных ресурсов засоленных почв Терско-Кумской низменности / Залибеков З.Г. // Аридные экосистемы. 2018. Т. 24. № 2 (75). С. 3-10.
- Радочинская, Л.П. Продукционный потенциал восстановленных пастбищ Северо-Западного Прикаспия / Л.П. Радочинская, А.К. Кладиев, Л.П. Рыбашлыкова // Аридные экосистемы. — 2019. — Т. 25. — № 1 (78). — С. 61-68.
- Самедов, Ш.Г. Влияние техногенной нагрузки на подземные воды Восточно-Предкавказского артезианского бассейна в пределах Республики Дагестан / Ш.Г. Самедов, И.М. Газалиев и др. // Труды института геологии Дагестанского научного центра РАН. — 2016. — № 66. — С. 329-333.
- Самедов, Ш.Г. Рациональное использование подземных вод Терско-Кумского артезианского бассейна на Северодагестанской равнине Республики Дагестан / Ш.Г. Самедов, Т.И. Ибрагимова, М.Р. Бабаев и др. // «Вода: химия и экология». 2016. № 4. С. 87—92.
- Сератирова, В.В. Оптимизация пастбищной нагрузки в Республике Калмыкия / В.В. Сератирова, В.А. Бананова // Международный научно-исследовательский журнал. 2016. № 11 (53). Ч. 5. С. 98–100.
- 9. Симонова, Ю.В. Процессы засоления почв импактной зоны выходов минерализованных вод в Ярославском Поволжье / Ю.В. Симонова, А.В. Русаков, Е.А. Кор-

- кина // Вестник Санкт-Петербургского университета. Науки о Земле. 2020. N 65 (4). C. 662—680.
- 10. Солнцева, Н.П. Добыча нефти и геохимия природных ландшафтов / Н.П. Солнцева. М.: Изд-во Моск. унта, 1998. 375 с.
- Davijani, M. Habibi Multi-Objective Optimization Model for the Allocation of Water Resources in Arid Regions Based on the Maximization of Socioeconomic Efficiency / M. Habibi Davijani, M.E. Banihabib, Anvar A. Nadjafzadeh, S.R. Hashemi // Water Resources Management. – 2016. – № 66. – P. 927–946.

LIST OF SOURCES

- Abdulmutalimova, T.O. Ocenka vliyaniya prirodnyh gidrogeohimicheskih provincij na kachestvo pit'evyh vod i zdorov'e naseleniya (na primere Respubliki Dagestan) / T.O. Abdulmutalimova, L.M. Kurbanova, A.SH. Gusejnova i dr. // Trudy Instituta geologii Dagestanskogo nauchnogo centra RAN. 2000. Vyp. № 66. S. 231–236.
- Gasanova, Z.U. Svetlo-kashtanovye pochvy Tersko-Kumskojnizmennosti v usloviyah oroshaemogo lesorazvedeniya/Z.U. Gasanova, L.M. Kurbanova, V.A. Zhelnovakova //Trudy instituta geologii Dagestanskogo nauchnogo centra RAN. 2012. Vyp. 61. S. 118–122.
- Glazovskaya, M.A. Metodicheskie osnovy ocenki ekologo-geohimicheskoj ustojchivosti pochv k tekhnogennym vozdejstviyam / M.A. Glazovskaya. – M.: Izd-vo Mosk. un-ta, 1997. – 102 s.
- Zalibekov, Z.G. O zakonomernostyah formirovaniya produkcionnyh resursov zasolennyh pochv Tersko-Kumskoj nizmennosti / Zalibekov Z.G. // Aridnye ekosistemy. 2018. T. 24. № 2 (75). S. 3–10.
- Radochinskaya, L.P. Produkcionnyj potencial vosstanovlennyh pastbishch Severo-Zapadnogo Prikaspiya / L.P. Radochinskaya, A.K. Kladiev, L.P. Rybashlykova // Aridnye ekosistemy. – 2019. – T. 25. – № 1 (78). – S. 61–68.
- 6. Samedov, Sh.G. Vliyanie tekhnogennoj nagruzki na podzemnye vody Vostochno-Predkavkazskogo artezianskogo bassejna v predelah Respubliki Dagestan / Sh.G. Samedov, I.M. Gazaliev i dr. // Trudy instituta geologii Dagestanskogo nauchnogo centra RAN. – 2016. – № 66. – S. 329–333.
- Samedov, Sh.G. Racional'noe ispol'zovanie podzemnyh vod Tersko-Kumskogo artezianskogo bassejna na Severodagestanskoj ravnine Respubliki Dagestan / Sh.G. Samedov, T.I. Ibragimova, M.R. Babaev i dr. // «Voda: himiya i ekologiya». – 2016. – № 4. – S. 87–92.
- Seratirova, V.V. Optimizaciya pastbishchnoj nagruzki v Respublike Kalmykiya / V.V. Seratirova, V.A. Bananova // Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal. – 2016. – № 11 (53). – Ch. 5. – S. 98–100.
- Simonova, Yu.V. Processy zasoleniya pochv impaktnoj zony vyhodov mineralizovannyh vod v Yaroslavskom Povolzh'e / Yu.V. Simonova, A.V. Rusakov, E.A. Korkina // Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta. Nauki o Zemle. – 2020. – № 65 (4). – S. 662–680.
- Solnceva, N.P. Dobycha nefti i geohimiya prirodnyh landshaftov / N.P. Solnceva. M.: Izd-vo Mosk. un-ta, 1998. 375 s.
- Davijani, M. Habibi Multi-Objective Optimization Model for the Allocation of Water Resources in Arid Regions Based on the Maximization of Socioeconomic Efficiency / M. Habibi Davijani, M.E. Banihabib, Anvar A. Nadjafzadeh, S.R. Hashemi // Water Resources Management. 2016. № 66. P. 927–946.

Н.Б. Кондратьев, доктор технических наук Е.В. Казанцев О.С. Руденко, кандидат технических наук Н.А. Петрова И.А. Белова

Всероссийский научно-исследовательский институт кондитерской промышленности — филиал Федерального научного центра пищевых систем имени В.М. Горбатова РАН РФ, 107023, г. Москва, ул. Электрозаводская, 20, стр. 3

E-mail: conditerprom@mail.ru

УДК 664.8.03

DOI:10.30850/vrsn/2021/5/78-80

ТЕМПЕРАТУРА ХРАНЕНИЯ КАК ФАКТОР МИГРАЦИИ ЖИРОВ В ГЛАЗИРОВАННЫХ САХАРИСТЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЯХ

Процессы миграции жиров исследованы по изменению жирнокислотного состава отдельных частей глазированных конфет с корпусами типа пралине (на основе арахиса) в процессе хранения при различной температуре. Основным механизмом массопереноса принято считать миграцию жира по объему изделий через капилляры. Максимальная скорость миграции жидкой жировой фазы — при температуре хранения 23-25°С в образцах без трансизомеров ненасыщенных жирных кислот. Ее снижение возможно при введении в жировую фракцию изделий 20-30 % лауриновой кислоты. Кристаллическая структура кондитерских жиров, входящих в начинки конфет, оказывает значительное влияние на скорость миграции жидкой жировой фазы в глазурь. Наименьшая соответствовала жирам в β-полиморфной форме с примесью не более 3 % кристаллов в β'-полиморфной форме. С учетом размера модельных образцов глазированных конфет рассчитана удельная скорость миграции жира. При увеличении температуры хранения от 18 до 27°С с она увеличилась в 1,7 раза. Приведены результаты исследований изменения состава жирных кислот отдельных частей модельных образцов глазированных конфет в процессе хранения при температурах 18 и 27°С. Предложенный подход позволяет прогнозировать скорость процессов миграции жира. Методология комплексной оценки, включающая в себя определение физико-химических показателей качества в процессе хранения, закономерности процессов миграции жира и микробиологических изменений, позволит обосновывать требования к параметрам технологии и рецептурному составу глазированных сахаристых кондитерских изделий с заданным сроком годности.

Ключевые слова: кондитерские изделия, глазурь, арахис, хранение, миграция жира, «поседение».

N.B. Kondrat'yev, Grand PhD in Engineering sciences E.V. Kazantsev O.S. Rudenko, PhD in Engineering sciences N.A. Petrova I.A. Belova

All-Russian Scientific Research Institute of Confectionery Industry — Branch of V.M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems of RAS RF, 107023, g. Moskva, ul. Electrozavodskaya, 20, str. 3 E-mail: conditerprom@mail.ru

STORAGE TEMPERATURE AS A FACTOR OF FAT MIGRATION IN GLAZED SUGARY CONFECTIONERY PRODUCTS

The fat migration processes by changing the fatty acid composition of individual parts of glazed sweets with praline-type bodies (based on peanuts) during storage at different temperatures was studied. The main mechanism of mass transfer is considered to be the fat migration through the volume of products through the capillaries. The maximum migration rate of the liquid fat phase is at a storage temperature of 23-25° C in samples without transisomers of unsaturated fatty acids. Its reduction is possible with the introduction of 20-30% lauric acid into the fat fraction of products. The crystalline structure of the confectionery fats included in the candy fillings has a significant effect on the migration rate of the liquid fat phase into the glaze. The smallest one corresponded to fats in the β -polymorphic form with an admixture of no more than 3% crystals in the β '-polymorphic form. The specific rate of fat migration has been calculated taking into account the size of a glazed sweets model samples. When in storage temperature increases from 18 to 27° C, it increased 1.7 times. The results of studies of changes in the composition of fatty acids of model samples individual parts of glazed sweets during storage at temperatures of 18 and 27° C are presented. The proposed approach makes it possible to predict the fat migration processes rate. The comprehensive assessment methodology, which includes the determination of physical and chemical quality indicators during storage, the regularities of fat migration and microbiological changes, will justify the requirements for the technology parameters and the recipe composition of glazed sugary confectionery products with a given expiration date.

Key words: confectionery, frosting, peanuts, storage, fat migration, «blooming».

Управление сохранностью глазированных кондитерских изделий включает совокупность взаимосвязанных факторов. При хранении конфет с пралиновыми (тип пралине) корпусами окислительная порча приводит к прогорканию изделий и миграции жиров, из-за которой осветляется или умягчается глазурь

и происходит «поседение» поверхности изделий. Этот процесс связан с микроструктурой глазури, а его движущей силой считают градиент концентраций различных триацилглицеринов.

Процесс миграции по объему изделий за счет капиллярных эффектов (основной механизм мас-

сопереноса) можно описать математическим уравнением молекулярной диффузии в соответствии со вторым законом Фика:

$$F = D\left(\frac{\delta^2 c}{\delta x^2} + \frac{\delta^2 c}{\delta y^2} + \frac{\delta^2 c}{\delta z^2}\right) dx dy dz dr , \qquad (1)$$

где F — скорость потока (расход) проникающего вещества; D — коэффициент молекулярной диффузии; c — концентрация, r/m^3 .

В наибольшей степени процессу миграции подвержены жиры, находящиеся в жидком фазовом состоянии. Скорость их миграции зависит от температуры плавления, обусловленной содержанием твердых триглицеридов, а также от состава жирных кислот и пропорциональна градиенту их концентраций. Поэтому целесообразно исследовать соотношения жидких и твердых жиров при температуре хранения исследуемых образцов пищевых продуктов.

При увеличении массовой доли ненасыщенных и низкомолекулярных жирных кислот с низкой температурой плавления, скорость миграции жиров увеличивается. Поэтому содержание ненасыщенных жирных кислот можно использовать как индикатор процессов направления и скорости миграции жиров между отдельными частями кондитерских изделий.

Диффузия жира протекает до достижения термодинамического равновесия, ее скорость пропорциональна градиенту концентраций различных триглицеридов, который условно принимаем направленным перпендикулярно поверхности глазированных кондитерских изделий:

$$F = -D\frac{dc}{dx} \approx -D\frac{c_2 - c_1}{l}, \qquad (2)$$

где l — толщина глазури, мкм; c_{I_1} c_2 — концентрация компонентов в различных частях изделия, %.

Скорость миграции жира F можно определить как количество продиффундировавшего жира между глазурью и корпусом изделия dQ через единицу поверхности A в единицу времени $d\tau$:

$$F = \frac{dQ}{Ad\tau} \,, \tag{3}$$

где A — площадь поверхности, нормальной к направлению диффузии, M^2 .

Основным механизмом массопереноса принято считать миграцию жира по объему изделий через капилляры. [5]

Максимальная скорость миграции жидкой жировой фазы — при температуре хранения 23...25°C в образцах без трансизомеров ненасыщенных жирных кислот. Ее снижение возможно путем введения в жировую фракцию изделий 20...30 % лауриновой кислоты

Кристаллическая структура кондитерских жиров, входящих в начинки конфет, оказывает значительное влияние на скорость миграции жидкой жировой фазы в глазурь. Наименьшая соответствовала жирам в β -полиморфной форме с примесью не более 3 % кристаллов в β '-полиморфной форме. [3]

Известно, что скорость миграции в образцах масла какао и его эквивалентов при температуре до 30°С минимальная, при повышении до 33°С она возрастает до 7 %. Наибольшую стойкость к «поседению» кондитерских изделий обеспечивают глазури и пралиновые начинки на основе масла какао или его эквивалентов с определенным соотношением триглицеридов POP/PLS и POS/SLS — от 0,5 до 1,4. [2—4]

Пралиновые массы и массы типа пралине относятся к дисперсным структурированным системам. При температуре выше плавления смеси жиров, характеризующих дисперсионную среду, массы пралине имеют коагуляционную структуру, при температуре ниже их застывания — кристаллизационную.

Несмотря на большое количество исследований отсутствуют четкие представления о закономерностях влияния различных факторов на скорость миграции жира, а вопрос предотвращения жирового «поседения» изделий остается актуальным для кондитерской отрасли.

Цель работы — выявить влияние температуры на скорость миграции жиров в кондитерских изделиях, в том числе состоящих из нескольких полуфабрикатов.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объекты исследований — глазированные конфеты, изготовленные на основе массы типа пралине, содержащей 21 % арахиса и 11 % масла какао. Массовая доля влаги — 1,0 %, жира в корпусе — 22 ± 2 %, в глазури — 32 % (соотношение 25.75).

Образцы ($16,0\pm0,5$ г) находились в климатической камере «Climacell 404» (Чехия) при температуре 18 и 27°С, относительной влажности окружающего воздуха 40%.

Жирнокислотный состав определяли по ГОСТ Р 54686-2011 — на хроматографе GC-2010 (Shimadzu, Япония) с пламенно-индукционным детектором, массовую долю твердых триглицеридов — ГОСТ 31757-2012.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Исследование миграции жиров между отдельными частями изделия в процессе хранения необходимо для определения оптимального срока годности кондитерских изделий. Выявленные закономерности позволяют обосновать дополнительные требования к химическому составу сырья для уменьшения скорости миграции жиров. Масса типа пралине и глазурь различаются составом жирных кислот (табл. 1).

Массовая доля твердого жира при различных температурах — важнейшая характеристика при оценке скорости миграции. Поскольку жиры с высоким содержанием ненасыщенных жирных кислот имеют низкую температуру плавления и находятся в виде жидкости при температуре хранения образцов, то для прогнозирования скорости миграции можно использовать фактор повышения температуры хранения.

Твердого жира в корпусах модельных образцов при температуре хранения $18^{\circ}\text{C} - 10,1\%, 27^{\circ}\text{C} - \text{прак-тически нет.}$ Массовая доля твердого жира жировой фракции арахиса при температуре $18^{\circ}\text{C} - 26,9\%$.

Жиры, находящиеся в орехах, характеризуются высоким содержанием ненасыщенных линолевой и

Таблица 1. Состав основных жирных кислот частей модельного образца

		Содержание жирных	кислот, %
Кислота	Обозначение	масса типа пралине на основе арахиса	глазурь
Пальмитиновая	16:0	14,3	24,1
Маргариновая	17:0	0,2	_
Стеариновая	18:0	20,4	29,4
Олеиновая	18:1	57,0	35,5
Линолевая	18:2	4,0	3,2
Арахиновая	20:0	1,8	-

олеиновой кислот, с низкой температурой плавления. Небольшая массовая доля твердого жира обусловлена жирнокислотным составом и образованием эвтектических смесей с маслом какао. Олеиновая и линолевая жирные кислоты — «индикаторы» миграции жира в составе жировой фракции частей изделия. Жидкого жира в корпусах образцов при температуре хранения $18^{\circ}\text{C} - 89,9\%$, $27^{\circ}\text{C} - 100\%$.

Температура — основной фактор, влияющий на скорость миграции жиров.

Выявлены изменения жирнокислотного состава жировой фракции на поверхности глазури (0,1...0,2 мм), в средней пробе глазури, корпуса около глазури (0,1...0,5 мм), средней пробы корпуса при разной температуре хранения образцов (рис. 1, 4-я стр. обл.).

Массовая доля линолевой кислоты на поверхности глазури за восемь недель хранения при температуре 18°C уменьшилась с 3,21 до 2,79 %, 27°C — с 3,21 до 2,42 %. Состав жирных кислот средней пробы практически не изменился.

Максимальная температура хранения модельных образцов при которой форма корпусов сохранялась — 27° C.

Количество продиффундировавшего жира пропорционально изменению содержания линолевой и олеиновой жирных кислот. Удельная скорость влагопереноса F может быть использована для прогнозирования скорости миграции жира в кондитерских изделиях и определяется по формуле (3).

Изменение состава поверхности в процессе хранения модельных образцов при температуре 27°C привело к появлению кристаллов жира — «поседению» поверхности. Различие химического состава глазури обусловило ее размягчение на границе с корпусом изделия.

Аналогичные результаты получены для других жирных кислот, например, массовая доля олеиновой кислоты также может быть использована в качестве ин-

Таблица 2. Удельная скорость миграции жира на поверхность образцов глазированных конфет

Индикатор миграции	Удельная скорость миграции жира при различной температуре хранения, г/м²-с, ×103		
	18 °C	27 °C	К*
Линолевая кислота	2,74	4,72	1,68
Олеиновая кислота	19,4	32,6	1,72

Примечание. *Коэффициент изменения скорости миграции.

дикатора миграции жира между отдельными частями многокомпонентных кондитерских изделий (рис. 2, 4-я стр. обл.).

Массовая доля олеиновой кислоты в составе жировой фракции поверхности глазури за восемь недель хранения при температуре 18° С уменьшилась с 35,5 до 32,3%, 27° С — до 30,1%.

С учетом размера модельных образцов рассчитали удельную скорость миграции жира (табл. 2).

Таким образом, при увеличении температуры хранения модельных образцов глазированных конфет скорость миграции жира увеличилась в 1,7 раза.

Методология комплексной оценки, включающая в себя определение физико-химических показателей качества при хранении, закономерности процессов миграции жира и микробиологических изменений, позволит обосновывать требования к параметрам технологии и рецептурному составу глазированных сахаристых кондитерских изделий с заданным сроком годности.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- Павлова, И.В. Исследование влияния жирнокислотного состава кондитерских жиров для начинок конфет на скорость миграции жидкой жировой фазы / И.В. Павлова, М.Б. Коблицкая // Вестник ВНИИЖ. 2016. № 1-2. С. 23-25.
- Павлова, И.В. Исследование влияния масел орехов на скорость миграции жидкой жировой фазы кондитерских жиров / И.В. Павлова, М.Б. Коблицкая // Вестник ВНИИЖ. – 2018. – № 2. – С. 28–31.
- Delbaere, C. Relationship between chocolate microstructure, oil migration and bloom in filled chocolates / C. Delbaere, D. Van de Walle, F. Depypere et al. // European Journal of Lipid Science and Technology. 2016. V. 118. № 12. P. 1800–1826.
- Zhao, H. Fat bloom formation on model chocolate stored under steady and cycling temperatures / H. Zhao, B.J. James // Journal of Food Engineering. – 2018. – V. 249. – № 249. – P. 9–14.
- Zhukov, V.G. Concept and calculation of the limit transverse size of capillaries / V.G. Zhukov, N.D. Lukin // Food systems. 2020. V. 3. № 2. P. 4–8.

LIST OF SOURCES

- 1. Pavlova, I.V. Study of the influence of fatty acid composition of confectionery fats for candy fillings on the migration rate of the liquid fat phase / I.V. Pavlova, M.B. Koblitskaya // Bulletin of VNIIZh. 2016. No. 1–2. S. 23–25.
- Pavlova, I.V. Study of the influence of nut oils on the migration rate of the liquid fatty phase of confectionery fats / I.V. Pavlova, M.B. Koblitskaya // Bulletin of VNIIZh. 2018. No. 2. P. 28–31.
- Delbaere, C. Relationship between chocolate microstructure, oil migration and bloom in filled chocolates / C. Delbaere, D. Van de Walle, F. Depypere et al. // European Journal of Lipid Science and Technology. 2016. V. 118. No. 12. P. 1800–1826.
- Zhao H. Fat bloom formation on model chocolate stored under steady and cycling temperatures / H. Zhao, B.J. James // Journal of Food Engineering. – 2018. – V. 249. – No. 249. – P. 9–14.
- 5. Zhukov, V.G. Concept and calculation of the limit transverse size of capillaries / V.G. Zhukov, N.D. Lukin // Food systems. 2020. V. 3. No. 2. P. 4–8.