

Индекс 70390

2024

ИЗВЕСТИЯ ТСХА

2024

→

Известия ТСХА. 2024. № 1



ИЗВЕСТИЯ

ТИМИРЯЗЕВСКОЙ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ
АКАДЕМИИ

1

Москва 2024

ИЗВЕСТИЯ

ТИМИРЯЗЕВСКОЙ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ
АКАДЕМИИ

Научно–теоретический журнал
Российского государственного аграрного университета —
МСХА имени К.А. Тимирязева

Сообщаются результаты экспериментальных, теоретических и методических исследований в различных областях сельскохозяйственной науки и практики, выполненных в разных природно–экономических зонах страны

Основан в 1878 году
6 номеров в год

Выпуск

1

январь–февраль

Москва
Издательство РГАУ-МСХА
2024

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР: д.с.-х.н., д.э.н., академик РАН, проф. **В.И. Трухачев**

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

д.с.-х.н., профессор **С.Л. Белопухов**; доктор наук, PhD, профессор **Р. Валентини** (Италия);
д.б.н., профессор **И.И. Васенев**; д.э.н., профессор **Р.С. Гайсин**;
д.э.н., профессор **А.В. Голубев**; д.с.-х.н., профессор **С.А. Грикшас**;
д.с.-х.н., профессор **Ж. Данаилов** (Болгария); д.б.н., профессор **Ф.С. Джалилов**;
профессор **Д.А. Джукич** (Сербия); д.с.-х.н., профессор, академик РАН **Н.Н. Дубенок**;
д.в.н., профессор **Г.П. Дюльгер**; д.б.н., профессор **А.А. Иванов**;
д.б.н., профессор, академик РАН **В.И. Кирюшин**; д.б.н., профессор **В.Н. Корзун** (Германия);
д.в.н., профессор **Р.Г. Кузьмич** (Беларусь); д.б.н., профессор **Я.В. Кузяков** (Германия);
д.с.-х.н., профессор **Н.Н. Лазарев**; д.с.-х.н., профессор **В.И. Леунов**;
д.с.-х.н., профессор, академик РАН **В.М. Лукомец**; д.б.н., профессор **А.Г. Маннапов**;
д.б.н., профессор, академик НАНУ и НААНУ **Д.А. Мельничук** (Украина);
к.э.н., PhD MSU, **Р.А. Мигунов**; к.с.-х.н. **Г.Ф. Монахос**; д.с.-х.н., профессор **С.Г. Монахос**;
д.б.н., профессор **В.Д. Наумов**; д.т.н., профессор, академик РАН **В.А. Панфилов**;
д.б.н., профессор **С.Я. Попов**; д.х.н., профессор **Н.М. Пржевальский**;
д.с.-х.н., профессор **А.К. Раджабов**; д.с.-х.н., профессор **Г.В. Родионов**;
д.б.н., профессор **В.С. Рубец**; д.э.н., профессор, чл.-корр. РАН **Н.М. Светлов**;
д.б.н., профессор **М.И. Селионова**; к.б.н., доцент **О.В. Селицкая**;
д.б.н., профессор **А.А. Соловьев**; д.б.н., профессор **И.Г. Тараканов**;
д.б.н., профессор **С.П. Торшин**; д.в.н., профессор **С.В. Федотов**;
д.б.н., профессор **Л.И. Хрусталева**; д.с.-х.н., профессор **В.А. Черников**;
д.э.н., профессор **С.А. Шелковников**; д.т.н., профессор **И.Н. Шило** (Беларусь);
д.с.-х.н., профессор **А.В. Шитикова**; д.с.-х.н., профессор **А.С. Шуварики**;
д.с.-х.н., профессор, академик РАН **Ю.А. Юлдашбаев**

Редакция

Научный редактор – **С.С. Макаров**
Редактор – **В.И. Марковская**
Перевод на английский язык – **Н.А. Сергеева**
Компьютерная верстка – **А.С. Лаврова**

Журнал входит в перечень
ведущих рецензируемых научных журналов и изданий ВАК

Журнал включен в базы данных BIOSIS (WoS), RSCI (WoS),
CA(pt), CrossRef, AGRIS, РИНЦ, ядро РИНЦ

Правила оформления научных статей для опубликования в журнале «Известия ТСХА»
размещены в Интернете (https://izvestiia.timacad.ru/jour/manager/files/1603286771_treb_stat.pdf)

Плата с аспирантов за публикацию статей не взимается

ISSN 0021-342X

IZVESTIYA

of

Timiryazev Agricultural Academy

Academic Journal
of Russian Timiryazev State Agrarian University

The journal publishes the results of experimental,
theoretical and procedural research in different areas
of agricultural science and practice carried out
in various natural and economic zones of the country

Founded in 1878
Six issues per year

Issue

1

January–February

Moscow
Publishing house of Russian Timiryazev State Agrarian University
2024

EDITOR-IN-CHIEF: Prof. **Vladimir I. Trukhachev**,
DSc (Ag), DSc (Econ), Full Member of RAS

EDITORIAL BOARD

Prof. **Sergey L. Belopukhov**, DSc (Ag); Prof. **Riccardo Valentini**, DSc, PhD (Italy);
Prof. **Ivan I. Vasenev**, DSc (Bio); Prof. **Rafkat S. Gaysin**, DSc (Econ);
Prof. **Aleksei V. Golubev**, DSc (Econ); Prof. **Styapas A. Grikschas**, DSc (Ag);
Prof. **Zhivko Danailov**, DSc (Ag) (Bulgaria); Prof. **Fevzi S. Dzhililov**, DSc (Bio);
Prof. **Dragutin A. Djukic** (Serbia); Prof. **Nikolai N. Dubenok**, DSc (Ag), Full Member of RAS;
Prof. **Georgy P. Dulger**, DSc (Vet); Prof. **Aleksei A. Ivanov**, DSc (Bio);
Prof. **Valerii I. Kiryushin**, DSc (Bio), Full Member of RAS; Prof. **Victor N. Korzun**, DSc (Bio) (Germany);
Prof. **Rostislav G. Kuzmich**, DSc (Vet) (Belarus); Prof. **Yakov V. Kuzyakov**, DSc (Bio) (Germany);
Prof. **Nikolay N. Lazarev**, DSc (Ag); Prof. **Vladimir I. Leunov**, DSc (Ag);
Prof. **Vyacheslav M. Lukomets**, DSc (Ag), Full Member of RAS; Prof. **Alfir G. Mannapov**, DSc (Bio);
Prof. **Dmitrii A. Melnichuk**, DSc (Bio), Member of NASU and NAASU (Ukraine);
Rishat A. Migunov, CSc (Econ), PhD MSU; **Grigory F. Monakhos**, CSc (Ag);
Prof. **Sokrat G. Monakhos**, DSc (Ag); Prof. **Vladimir D. Naumov**, DSc (Bio);
Prof. **Victor A. Panfilov**, DSc (Eng), Full Member of of RAS; Prof. **Sergei Ya. Popov**, DSc (Bio);
Prof. **Nikolai M. Przhevalskiy**, DSc (Chem); Prof. **Agamagomed K. Radzhabov**, DSc (Ag);
Prof. **Gennady V. Rodionov**, DSc (Ag); Prof. **Valentina S. Rubets**, DSc (Bio);
Prof. **Nikolai M. Svetlov**, DSc (Econ), Corresponding Member of RAS;
Prof. **Marina I. Selionova**, DSc (Bio); Assoc. Prof. **Olga V. Selitskaya**, CSc (Bio);
Prof. **Alexander A. Soloviev**, DSc (Bio); Prof. **Ivan G. Tarakanov**, DSc (Bio);
Prof. **Sergei P. Torshin**, DSc (Bio); Prof. **Sergei V. Fedotov**, DSc (Vet);
Prof. **Ludmila I. Khrustaleva**, DSc (Bio); Prof. **Vladimir A. Chernikov**, DSc (Ag);
Prof. **Sergey A. Shelkovnikov**, DSc (Econ); Prof. **Ivan N. Shilo**, DSc (Eng) (Belarus);
Prof. **Aleksandra V. Shitikova**, DSc (Ag); Prof. **Anatolii S. Shuvarikov**, DSc (Ag);
Prof. **Yusupzhan A. Yuldashbayev**, DSc (Ag), Full Member of RAS

EDITORIAL STAFF

Scientific editor – **Sergey S. Makarov**
Editor – **Vera I. Markovskaya**
Translation into English – **Natalya A. Sergeeva**
Computer design and making-up – **Anneta S. Lavrova**

The journal is listed in the VAK (Higher Attestation Commission) register
of the top peer reviewed journals and editions

The journal is also included in BIOSIS (WoS), RSCI (WoS), CA(pt), CrossRef, AGRIS,
Russian Index of Science Citation, Core Collection of Russian Index of Science Citation

Article submission guidelines of the journal “Izvestiya of TAA” are available
at https://izvestiia.timacad.ru/jour/manager/files/1603286771_treb_stat.pdf

Articles submitted by postgraduates are exempt from the processing charge

КАФЕДРЕ ГЕНЕТИКИ, СЕЛЕКЦИИ И СЕМЕНОВОДСТВА – 100 ЛЕТ

В.В. ПЫЛЬНЕВ, А.Н. БЕРЁЗКИН, Е.А. ВЕРТИКОВА, В.С. РУБЕЦ

(Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева)

2023 год является особым для отечественной селекции: исполнилось 100 лет со дня основания в Московском сельскохозяйственном институте кафедры селекции и семеноводства полевых культур – первой кафедры такого профиля в России. Среди бурных изменений обыденной жизни в послереволюционной России многое оказалось возможным даже в такой консервативной среде, как образование. Именно тогда, в 1923 г., усилиями русского генетика-селекционера Сергея Ивановича Жегалова на базе Селекционной станции института была организована эта кафедра.

Деятельность кафедры генетики, селекции и семеноводства опирается на прочный академический фундамент, заложенный еще Сергеем Ивановичем Жегаловым и развитый его последователями, руководившими кафедрой и работавшими на ней.

Кафедра генетики, селекции и семеноводства являлась и является методическим центром подготовки селекционеров-генетиков. Учебники и учебные пособия, написанные ее сотрудниками, являются базовыми для всех вузов страны со времен Жегалова до наших дней.

В 1988 г. по инициативе профессора Юрия Борисовича Коновалова в Тимирязевской академии была открыта новая специальность: «Селекция и генетика сельскохозяйственных культур», которую в масштабах страны курировала кафедра генетики селекции и семеноводства полевых культур.

За время существования кафедры подготовлено более 100 докторов и кандидатов наук. Выпускников кафедры можно встретить практически в каждом крупном аграрном университете или научно-исследовательском институте стран Ближнего зарубежья, Восточной Европы, Ближнего Востока, Вьетнама, Сирии, Египта, КНР и многих других стран.

Ключевые слова: селекция, генетика, кафедра, сорт, учебник, аспирант, научные исследования, семеноводство.

В 1898 г. ассистентом и заведующим опытным участком кафедры общего и частного земледелия Московского сельскохозяйственного института Д.Л. Рудзинским (фото) была впервые высеяна коллекция сортов основных сельскохозяйственных культур. Д.Л. Рудзинский раньше всех в России пришел к выводу о необходимости селекционной работы. Организованная им в 1903 г. Селекционная станция явилась первой в стране и послужила примером для организации работы на опытных станциях России [2].

С 1906 г. Департамент земледелия начал прикреплять на год к Селекционной станции практикантов для специализации в области селекции. Из числа первых практикантов станции выросла целая плеяда выдающихся ученых: Н.И. Вавилов, Л.П. Бреславец, Л.И. Говоров, С.И. Жегалов, А.Г. Лорх, К.И. Пангало, А.Г. Николаева, Е.Н. Синская [2].

С 1907 г. на Селекционной станции начали проводить практические занятия со студентами. Эта традиция, заложенная основателями научной селекции в Московском сельскохозяйственном институте Д.Л. Рудзинским и С.И. Жегаловым, сохраняется и поныне [2].

В 1912 г. на станции было закончено строительство двухэтажного главного здания (ныне 37 учебный корпус), ряда хозяйственных строений.

С 1 января 1913 г. Д.Л. Рудзинский официально был назначен заведующим, а С.И. Жегалов – заместителем заведующего окончательно сформировавшейся Селекционной станции Московского сельскохозяйственного института [1].

За время работы Д.Л. Рудзинским с сотрудниками создано 13 сортов озимой пшеницы, 11 – овса, 11 – гороха, 18 – картофеля, один сорт льна-долгунца. Озимая пшеница Московская 2453, овес Московский 315, горох Московский 559, лен-долгунец 806/3 находились в производстве вплоть до начала 70-х гг. XX в.

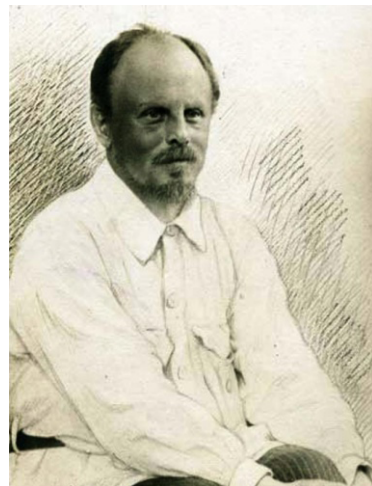
Для разработки теоретических основ селекции и оценки селекционных образцов Д.Л. Рудзинский организовал цитологическую, химическую и мукомольно-хлебопекарную лаборатории.

В 1922 г. Д.Л. Рудзинский уехал на родину в Литву, где продолжил плодотворную селекционную работу.

На базе Селекционной станции в 1923 г. профессором Сергеем Ивановичем Жегаловым (фото) была организована кафедра селекции и семеноводства полевых культур [1]. С этого времени кафедра стала осуществлять научное руководство деятельности Селекционной станции, а заведующий кафедрой являлся научным руководителем станции. В 1924 г. вышел первый в стране учебник «Введение в селекцию сельскохозяйственных растений» С.И. Жегалова, выдерживавший три издания. Большой пропагандист новой тогда науки генетики, С.И. Жегалов внес существенный вклад в генетику овса – культуры, которую он, по его же словам, больше всего любил [3]. Он явился также организатором селекции и семеноводства овощных культур в нашей стране. Талантливый педагог, профессор С.И. Жегалов создал целую школу учеников, из числа которых вышли такие крупные деятели науки, как Г.Д. Карпеченко, Н.Д. Матвеев, Н.Н. Тимофеев, Б.В. Квасников, А.С. Татаринцев, И.Н. Свешникова, А.В. Алпатьев, К.Ф. Агеев, Е.М. Попова, С.А. Архангельский, А.Н. Лутков и др. [3].



Основатель первой в России селекционной станции
Дионисий Леопольдович Рудзинский



Организатор кафедры селекции и семеноводства полевых культур
Сергей Иванович Жегалов

После смерти С.И. Жегалова в течение 1927–1929 гг. исполняющей обязанности заведующего кафедрой была назначена К.С. Митрофанова. Она проработала на кафедре более 40 лет и внесла большой вклад в методику преподавания и разработку учебных программ [7].

В 1929 г. был опубликован «Определитель главнейших сортов овса» Ф.И. Иванова, в котором он дал подробное описание 34 сортов овса отечественной и зарубежной селекции, распространенных в разных зонах СССР, а также ключ для определения разновидностей и сортов овса.

В те же годы С.А. Архангельский сформировал коллекцию из 200 сортов хмеля [1]. Проведенные А.Г. Николаевой совершенно новые для того времени цитологические исследования позволили определить число и форму хромосом у пшеницы, озимой ржи, овса.

В 1929 г. заведующим кафедрой селекции и семеноводства полевых культур и научным руководителем Селекционной станции стал выдающийся селекционер и семеновод П.И. Лисицын (фото), будущий академик ВАСХНИЛ. Его перу принадлежит более 170 работ, он автор многих сортов озимой ржи, гречихи, овса, клевера лугового, льна, люцерны. Им выполнены классические работы по биологии красного клевера, а за монографию «Вопросы биологии красного клевера» ему присуждена Государственная премия СССР [3].

П.И. Лисицын – организатор отечественного семеноводства. По его проекту было подготовлено первое постановление «О семеноводстве», подписанное В.И. Лениным, а также последующие постановления Правительства в области семеноводства (1931 и 1937 гг.) [8]. Он разработал методику апробации овса и ржи, методику грунтового и амбарного контроля. По его инициативе в Московской сельскохозяйственной академии имени К.А. Тимирязева в 1930 г. создано отделение «Селекция и семеноводство полевых культур». В тот период большой вклад в науку и постановку учебного курса селекции, сортоведения и семеноводства внесли В.Н. Хохлов, Ю.Н. Малыгин, А.П. Горин, В.Ф. Федорчук [4].

П.И. Лисицын в соавторстве с В.Н. Хохловым и другими сотрудниками кафедры написал учебник по общей и частной селекции полевых культур, а также ряд учебных пособий для техникумов [6].

Сотрудниками кафедры проводилась плодотворная селекционная работа с озимой рожью (В.Н. Хохлов), озимой мягкой и твердой пшеницей (В.Н. Хохлов, А.А. Уколов), яровой пшеницей (А.П. Горин), овсом (Ю.Н. Малыгин, К.С. Митрофанова), ячменем (П.Н. Константинов, К.С. Митрофанова, З.П. Константинова), горохом (З.Д. Прянишникова, А.А. Арончук), яровой викой (Н.В. Харченко и З.П. Харченко), люцерной (П.Н. Константинов, З.П. Константинова). Широкое распространение получили созданные в это время сорт озимой ржи Московская Вятка, районированный в 1939 г., и сорт ячменя Нутанс 226 [7].

Кафедра генетики и цитологии растений сформирована в 1931 г., и ее первым заведующим был назначен профессор А.Р. Жебрак, который в 1947–1948 гг. являлся президентом АН Белорусской ССР (фото). А.Р. Жебраку с сотрудниками удалось получить несколько полиплоидных межвидовых гибридов пшеницы.

После смерти П.И. Лисицына исполняющим обязанности заведующего кафедрой селекции и семеноводства полевых культур в течение почти всего 1948 г. был академик ВАСХНИЛ П.Н. Константинов, один из крупнейших советских селекционеров.

Селекционная станция Постановлением Правительства СССР 20 февраля 1948 г. получила наименование «Селекционно-генетическая станция имени П.И. Лисицына».

В 1948 г. путем объединения была создана общая кафедра генетики, селекции и семеноводства полевых культур. Ее заведующим стал академик Т.Д. Лысенко, и преподавание классической генетики вплоть до 1965 г. в академии прекратилось. Сам Т.Д. Лысенко вел только небольшой курс так называемой мичуринской генетики и руководил небольшой научной группой, которая работала на Селекционной станции.

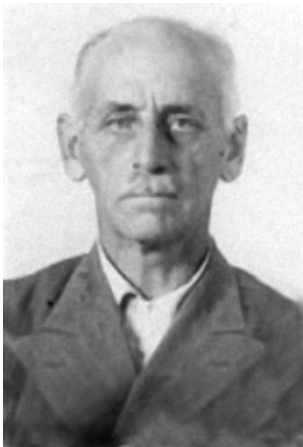
Фактически исполнял обязанности заведующего кафедрой, являлся организатором и научным руководителем Селекционной станции профессор А.П. Горин. Под его руководством выполнен ряд классических работ по биологии цветения и опыления растений, методике селекции аспирантами кафедры (А.З. Латыпов, Ю.Б. Коновалов, З.П. Паушева, Е.В. Собенников, В.С. Шевелуха, В.М. Пыльнев, С.В. Иванова, П.П. Демкин, И.М. Молчан, А.Н. Зеленев, М.Ф. Григорьев, П.И. Шумилин, А.Н. Берёзкин, Л.Л. Берёзкина и многие граждане зарубежных стран). Под редакцией профессора А.П. Горина был издан «Практикум по селекции и семеноводству полевых культур» [7].

В то же время на кафедре работал профессор В.Н. Столетов, после 1948 г. несколько лет бывший директором академии. Он занимался вопросами внутривидовых изменений у мягкой пшеницы.

На созданной под руководством доцента А.А. Уколова озимой твердой пшенице в условиях Нечерноземья проводили эксперименты по цитогенетике, биологии развития, цветения и оплодотворения (А.В. Пухальский, И.Л. Максимов, А.П. Примак).

С 1966 по 1976 гг. заведующим кафедрой генетики, селекции и семеноводства назначен был профессор Г.В. Гуляев (фото). Он совместно с учениками разработал генетические основы первичного семеноводства полевых культур, теоретическое и агроэкологическое обоснование промышленного семеноводства (А.Н. Берёзкин, Л.Л. Берёзкина, В.Н. Гуйда, Л.И. Долгодворова, В.Р. Канайкин, Н.А. Ключко, А.Н. Князев, М.Г. Кочетыгова, В.Г. Кызласов, Н.Ф. Лоскутов, П.Ф. Магуров, В.А. Михкельман, М.И. Руденко, О.А. Шаронова и др.) [7].

Под руководством Г.В. Гуляева существенно переработаны программы по цитологии, генетике, селекции и семеноводству. Учебный процесс был перестроен с учетом современных генетических знаний. Г.В. Гуляев является автором многих учебников и учебных пособий по селекции и генетике для вузов и техникумов, ряда монографий по семеноводству. В последующем он был избран академиком ВАСХНИЛ.



Петр Иванович Лисицын



Антон Романович Жебрак



Григорий Владимирович
Гуляев

Генетический блок исследований включал в себя изучение летальных генов в роде *Triticum L.*, эксперименты по отдаленной гибридизации у пшеницы (В.А. Пухальский, С.В. Иванова, Н.Б. Ронис, аспиранты Л.В. Козленко, В.Г. Дикарев, Г.А. Косарева, Г.В. Вьюгина, И.Ф. Лапочкина, В.П. Колесникова, О.И. Молканова, иностранные аспиранты).

Старшие научные сотрудники цитологической лаборатории З.П. Паушева, О.Н. Сорокина, В.Н. Юрцев в 1950–1960 гг. параллельно с исследовательской работой осуществляли полномасштабный педагогический процесс по цитологии и эмбриологии растений [3].

На протяжении нескольких десятилетий, с 40-х гг. прошлого столетия, объектом исследований являлась гречиха, на которой изучали проблемы гетерозиса, вопросы цитологии, эмбриологии и генетики (З.П. Паушева, Г.М. Соловьев, Г.В. Приезжев). Результаты обширных исследований обобщены в монографии «Генетика и селекция гречихи» [3].

Профессор З.П. Паушева с 1965 г. работала на кафедре генетики, селекции и семеноводства и внесла большой вклад в постановку курсов цитологии и генетики для студентов и слушателей курсов повышения квалификации. Она является автором учебника «Практикум по цитологии растений», который переиздавался три раза [3].

Профессором Ю.Б. Коноваловым предложена и научно обоснована новая теория разноплодия в колосе пшеницы и ячменя. Став в 1977 г. заведующим кафедрой и научным руководителем Селекционной станции, он возглавил коллектив по широкому спектру исследований методики селекционного процесса (фото 6, 7). Под его руководством в 1975 г. создана группа селекции и развернут заново полномасштабный селекционный процесс по яровой пшенице и ячменю, а с 1981 г. – и по узколистному люпину [1].

Преподаватели, научные сотрудники Селекционной станции и многочисленные аспиранты кафедры (В.А. Лошакова, И.М. Коновалова, Т.И. Хулацария, С.А. Апенников, В.А. Михкельман, К.Ф. Тукан, Н.Ф. Аникеева, Л.В. Степанова, В.В. Хахаев, В.В. Тарарина, Е.В. Пыльнева, П.М. Конорев, В.Н. Игонин, Н.А. Клочко, В.С. Сидоренко, Р.К. Кадиков, А.М. Малько, В.Б. Соловьева, В.С. Рубец, С.С. Баженова, Н.Н. Скорняков, Н.Н. Мамаева и др.) разрабатывали теоретические и методические вопросы селекции [6].

В результате интенсивной практической работы созданы и включены в Государственный реестр селекционных достижений сорт яровой пшеницы Иволга, ярового ячменя Михайловский, первый в мире сорт узколистного люпина детерминантного типа Ладный. Сорт яровой пшеницы Иволга – высокоурожайный, скороспелый, неполегающий, устойчивый к болезням, первый, запатентованный в нашей стране. Он занимал в России, Белоруссии и на Украине около 300 тыс. га.



Юрий Борисович Коновалов



Ю.Б. Коновалов показывает полевые опыты по селекции яровой пшеницы

Ю.Б. Коноваловым написан первый в стране учебник «Селекция на устойчивость к болезням и вредителям растений». Доцентом Л.И. Долгодворовой была поставлена работа по преподаванию методов оценки качества селекционного материала. Доцент Л.В. Степанова, помимо проведения занятий, вела научную работу по изучению короткостебельных сортов пшеницы [7].

Доценты Н.А. Корябин и Е.В. Пыльнева проводили работу по созданию и изучению тетраплоидных форм ярового ячменя.

Профессор А.Н. Берёзкин, ведущий научный сотрудник Л.Л. Берёзкина и группа аспирантов (В.А. Михельман, В.Н. Гуйда, Н.А. Ключко, Т.И. Кель, В.И. Возиян, М.В. Терехин, Л.Н. Мищенко, И.А. Редкозубов и др.) изучали модификационную изменчивость семян под влиянием различных факторов и популятивность сортов ячменя. С середины 90-х гг. профессор А.Н. Берёзкин и заведующий Селекционной станцией А.М. Малько проводили активную работу по становлению отечественной нормативной правовой базы в области селекции и семеноводства в соответствии с международными требованиями [4].

С 1988 г. по инициативе и под руководством профессора Ю.Б. Коновалова в академии была открыта новая специальность «Селекция и генетика сельскохозяйственных культур», которую курировала кафедра селекции и семеноводства полевых культур.

В 1991 г. кафедру генетики, селекции и семеноводства полевых культур вновь разделили на две: кафедру селекции и семеноводства полевых культур и кафедру генетики. Кафедру генетики возглавил академик ВАСХНИЛ А.А. Жученко, руководивший ею до 2007 г. (фото). В 2007 г. заведующим кафедрой генетики стал профессор А.А. Соловьев (фото). Научные исследования кафедры были посвящены анализу процессов рекомбинации, изменчивости количественных признаков, цитогенетическому анализу томата, пшеницы, тритикале, картофеля, ирисов и др. Научную работу проводили в содружестве с другими кафедрами академии, а также с ВНИИ сельскохозяйственной биотехнологии, Институтом общей генетики РАН, Главным ботаническим садом, НИИСХ центральных районов Нечерноземной зоны и др.

Сотрудники кафедры являлись исполнителями по ряду грантов Российского фонда фундаментальных исследований. Профессор В.А. Пухальский продолжал многолетнюю работу по определению генов гибридного некроза пшеницы.



Жученко Александр Александрович



Соловьев Александр Александрович

А.А. Соловьев провел обширную работу по определению взаимодействия генов при отдаленной гибридизации и трансгенозе. Он же организовал генетическую и селекционную работу с яровой тритикале. Сотрудниками кафедры и аспирантами (М.Г. Дивашук, Н.А. Милокова, Н.И. Королева и др.) были начаты работы по разработке и использованию SSD-маркеров в селекции и семеноводстве ряда полевых культур. Профессор А.В. Смиряев провел цикл работ по изучению динамики изменения количественных и ростовых признаков ряда полевых культур в онтогенезе. Продолжился цикл генетико-цитологических работ (А.Н. Князев и др.). Н.А. Милокова изучала новые гены, ассоциированные с глютенинами и хлебопекарными качествами пшеницы и тритикале. Е.В. Захарова изучала механизмы гаметофитной самонесовместимости (гормональная регуляция, программируемая клеточная гибель, прогамная фаза оплодотворения, система «Пыльца-пестик»), Я.Ю. Голиванов – взаимодействие злаковой тли с растениями.

Сотрудниками кафедры подготовлен и издан ряд учебников и учебных пособий по генетике и цитологии. Профессором А.В. Смиряевым был создан новый учебный курс генетики популяций и количественных признаков (фото).

Профессор Ю.Б. Коновалов до 1999 г. продолжал руководить кафедрой селекции и семеноводства полевых культур.

На этой должности его сменил профессор В.В. Пыльнев (фото), которым в течение ряда лет был выполнен цикл работ, посвященных особенностям и закономерностям микроэволюционных процессов у пшеницы и ячменя в результате селекционной работы (аспиранты Б.Б. Батоев, И.А. Балкарова, Е.П. Ухинова), развернута работа по селекции озимой тритикале (В.В. Пыльнев, В.С. Рубец).

Сотрудниками кафедры разработан и внедрен в производство ряд методов отбора, делающих его более эффективным, на которые получены 6 авторских свидетельств (Ю.Б. Коновалов, В.В. Пыльнев, аспиранты Б.Б. Батоев, В.Н. Игонин). Ряд работ также посвящен оптимизации селекционного процесса и разработке новых методов оценки и отбора (В.В. Пыльнев, В.С. Рубец, аспиранты Е.А. Комарова, И.В. Бессарабенко, Джидед Хоссин). Осуществляется цикл работ, посвященных биологии цветения, опыления и оплодотворения, разработке систем устойчивости к прорастанию на корню озимой тритикале (В.С. Рубец, В.В. Пыльнев, аспиранты М.С. Баженов, Е.А. Комарова, Н.Т. Линь, А.В. Широколава, О.В. Митрошина, Ю.Н. Котенко).



Профессор А.В. Смиряев
и профессор В.В. Пухальский
обсуждают результаты экспериментов



Профессор
Владимир Валентинович Пыльнев

После ряда преобразований (в 2010 г., после слияния кафедры генетики и кафедры сельскохозяйственной биотехнологии, образовалась кафедра генетики и биотехнологии, в 2014 г. кафедра генетики и биотехнологии была объединена с кафедрой селекции и семеноводства полевых культур, в 2019 г. воссоздана кафедра биотехнологии) кафедра носит название «Кафедра генетики, селекции и семеноводства». Сейчас кафедру возглавляет доктор сельскохозяйственных наук, автор 17 сортов зерно-кормовых культур (зерновое сорго, суданская трава, чумиза) Е.А. Вертикова.

Кафедра генетики, селекции и семеноводства с момента своего основания является методическим центром подготовки специалистов-селекционеров и семеноводов. Подготовленные ее сотрудниками учебники являются основными для всех вузов страны и используются в странах СНГ. Только за последние 8 лет изданы написанные преподавателями кафедры учебники «Основы селекции и семеноводства», «Общая селекция», «Частная селекция полевых культур», «Практикум по селекции и семеноводству полевых культур», «Селекция полевых культур на качество», рабочая тетрадь по семеноводству и ряд других. Все упомянутые выше учебники и учебные пособия отмечены дипломами Ассоциации «Агрообразование».

Кафедра является выпускающей по направленности «Селекция и генетика сельскохозяйственных культур» направления подготовки 35.03.04 – Агрономия. Студенты получают углубленные знания по цитологии, общей и молекулярной генетике, генетике популяций и количественных признаков, цитогенетике, генетике развития, молекулярной биологии, биотехнологии, общей селекции растений, семеноведению и семеноводству, частной генетике и селекции полевых культур, современным методам обработки научной информации.

На кафедре реализуется программа подготовки магистров «Генетика, селекция и семеноводство». Обучение в аспирантуре на кафедре в настоящее время производится по двум специальностям: 4.1.2 – Селекция, семеноводство и биотехнология растений; 1.5.7 – Генетика. Ежегодно на кафедре обучаются не менее 10 аспирантов.

За время существования кафедры подготовлено более 130 докторов и кандидатов наук. На кафедре обучались аспиранты-иностранцы. Выпускников кафедры можно встретить практически в каждом крупном аграрном университете или научно-исследовательском институте стран Ближнего зарубежья, Восточной Европы, Ближнего Востока, Вьетнама, Сирии, Египта, КНР и многих других стран. Среди иностранных выпускников аспирантуры кафедры – президент Китайской академии сельскохозяйственных наук Вань Лянь Чжэн, директор департамента растениеводства Министерства сельского хозяйства Монголии Санжаагийн Гаанбатор, заведующий кафедрой селекции и семеноводства Ханойского аграрного университета Нгуен Тхань Туан и многие другие (фото).



Защита аспиранта из Сирии Хоссина Дждида

Преподаватели кафедры активно участвуют в формировании нормативно-правовой базы селекции и семеноводства, стандартов на семена (А.Н. Берёзкин). С участием преподавателей кафедры (В.В. Пыльнев, А.Н. Берёзкин, В.С. Рубец) подготовлены единые методы оценки сортовых качеств семян для стран ЕАЭС. С 1 января 2022 г. они являются обязательными для всех стран ЕАЭС.

На кафедре в течение многих лет работает кружок имени Н.И. Вавилова студенческого научного общества университета, в котором ежегодно принимают участие десятки студентов. На его заседаниях с докладами выступают члены кружка, аспиранты, преподаватели и сотрудники Университета и специалисты из ведущих научных учреждений: Института общей генетики им. Н.И. Вавилова РАН, МГУ им. М.В. Ломоносова, Института физиологии растений им. К.А. Тимирязева РАН и многих других. Ежегодно проводится Международная научная конференция студентов, в работе секции «Генетика, селекция и семеноводство» которой принимают активное участие все члены кружка (фото).

Помимо учебной работы со студентами и аспирантами, коллектив кафедры осуществляет также большую работу по повышению квалификации и переподготовке кадров. Так, регулярно проводятся семинары и курсы повышения квалификации для преподавателей вузов и сотрудников научных учреждений (фото).

За последние 18 лет на действующих на постоянной основе курсах «Основы сертификации семян сельскохозяйственных растений и ее структурные элементы» кафедры повысили квалификацию более 1800 сотрудников Россельхозцентра, Россельхознадзора, селекционно-семеноводческих институтов и фирм разных форм собственности.

Преимуществом в научной работе кафедры и Селекционной станции (в настоящее время объединена и носит общее название «Полевая станция») полностью сохранилась. На базе полевой станции проводится не только практика студентов, научная работа аспирантов и магистрантов, но и практическая селекционная работа.

В селекционный процесс внедрены элементы биотехнологии (получение удвоенных гаплоидов, первичных тритикале), используются генетические маркеры. На ряд сортов яровой пшеницы, тритикале, ячменя и узколистного люпина получены патенты, в том числе международные. В настоящее время в Государственном реестре селекционных достижений, допущенных к использованию, указаны сорта селекции сотрудников кафедры: яровой пшеницы Иволга, Памяти Коновалова, озимой пшеницы Тимирязевская юбилейная, озимой тритикале Тимирязевская 150, Александр, ярового ячменя Михайловский, ТСХА 4, ТСХА 14, узколистного люпина Ладный, Деко 2, Дикаф 14, Немчиновский 97, Куршавель. Государственное сортоиспытание проходит ряд новых сортов.



Заседание студенческого научного общества университета



Профессор А.Н. Берёзкин вручает дипломы об окончании курсов повышения квалификации

Среди выпускников кафедры – 25 членов-корреспондентов и академиков ВАСХНИЛ, РАСХН и РАН, 5 Героев Социалистического Труда, лауреаты Ленинской, Государственных премий, премий Правительства Российской Федерации.

Выпускниками-академиками РАН, ВАСХНИЛ, РАСХН являются Н.И. Вавилов, Л.А. Жданов (Герой Соцтруда), В.Е. Писарев (Герой Соцтруда), Г.С. Зайцев (Герой Соцтруда), В.Н. Столетов, Р.Г. Бутенко, Н.А. Корнеев, П.П. Вавилов, В.Ф. Дорофеев, Ю.М. Пучков, С.А. Кунакбаев (Герой Соцтруда), Шандор Райки, В.С. Шевелуха, Э.Д. Неттевич, А.Н. Каштанов, Б.И. Сандухадзе, Л.А. Беспалова, Г.И. Карлов.

Выпускники – члены-корреспонденты РАН, ВАСХНИЛ, РАСХН – В.Н. Былов, В.А. Авякан, М.А. Смурьгин, Б.Н. Малиновский, Ю.К. Новоселов, Н.А. Родина, А.М. Кудрявцев.

Многие выпускники кафедры стали выдающимися селекционерами, профессорами, академиками. Среди них – Юрий Михайлович Пучков, Баграт Исменович Сандухадзе, Людмила Андреевна Беспалова, Энгельд Данилович Неттевич, Юрий Константинович Кобелев, Валентин Михайлович Пыльнев и многие другие.

Многие выпускники кафедры достигли больших практических успехов в области генетики, селекции и семеноводства (Н.И. Вавилов, А.Г. Лорх (Герой Соцтруда), Г.С. Зайцев, Л.И. Говоров, В.Е. Писарев, Г.Д. Карпеченко, Н.Д. Матвеев, П.П. Вавилов, А.С. Новоселова, О.И. Майстренко, Э.Д. Неттевич, Е.В. Лызлов, В.С. Шевелуха, Ю.Л. Гужов, М.А. Федин, А.С. Образцов, Б.Н. Малиновский, В.А. Пухальский, Ю.П. Лаптев, Н.П. Склярова, В.М. Пыльнев, Ю.К. Кобелев, Г.А. Дебелый, Ю.М. Пучков, Б.И. Сандухадзе, Л.А. Беспалова, С.Е. Скатова, А.Н. Зеленов, П.Ф. Магуров, М.Ю. Новоселов, И.Ф. Лапочкина, А.Д. Кабашев, Ю.М. Писковацкий, А.А. Поморцев, В.С. Сидоренко и др.).

Среди выпускников кафедры есть и династии селекционеров-тимирязевцев: И.Г. Цыганков, В.И. Цыганков, М.Ю. Цыганкова, Н.В. Цыганкова; Н.Е. Самофалова, А.П. Самофалов; А.Х. Ганеев, Р.А. Ганеева, В.А. Ганеев; А.С. Новоселова, М.Ю. Новоселов, Е.М. Новоселов; В.М. Пыльнев, П.Н. Пыльнева, В.В. Пыльнев, Е.В. Пыльнева и др.

Выводы

В настоящее время в нашей стране и в мире уделяется большое значение развитию генетики, селекции и семеноводства, подготовке кадров для этих научных специальностей. Поэтому в университете планируется дальнейшее развитие кафедры, укрепление ее материальной базы. Необходимо выйти на новый уровень селекционной работы, объединить усилия генетиков, биотехнологов и селекционеров. Для этого реконструируется 37 учебный корпус – колыбель подготовки отечественных селекционеров. В нем планируется размещение лабораторий биотехнологии, генетики, цитогенетики, селекции и семеноводства, качественных оценок селекционного материала. Все это позволит существенно сократить сроки создания новых сортов и повысить эффективность работы селекционеров.

Библиографический список

1. Пыльнев В.В., Мамонов Е.В. С.И. Жегалов – основоположник отечественной селекции и семеноводства овощных культур (к 125-летию со дня рождения) // Известия ТСХА. – 2006. – № 3. – С. 141–144.
2. Селекционная станция имени П.И. Лисицына. 1903–2003. 100 лет Российской научной селекции. – Москва, 2003.
3. Развитие научных идей академика Петра Ивановича Лисицына. – Москва, 2003.
3. Коновалов Ю.Б., Пыльнев В.В. Кафедра селекции и семеноводства полевых культур от С.И. Жегалова и П.И. Лисицына до наших дней // В сборнике: Развитие научных идей академика Петра Ивановича Лисицына / Российская академия

сельскохозяйственных наук; Московская сельскохозяйственная академия им. К.А. Тимирязева. – Москва, 2003. – С. 323–334.

4. Коновалов Ю.Б., Березкин А.Н., Пыльнев В.В., Малько А.М. Развитие творческого наследия Петра Ивановича Лисицына в современных условиях // В сборнике: Развитие научных идей академика Петра Ивановича Лисицына / Российская академия сельскохозяйственных наук; Московская сельскохозяйственная академия им. К.А. Тимирязева. – Москва, 2003. – С. 13–25.

6. Коновалов Ю.Б., Пыльнев В.В. 100 лет селекционной станции им. П.И. Лисицына Тимирязевской академии – 100 лет Российской селекции // Известия ТСХА. – 2003. – № 4. – С. 153–163.

7. Коновалов Ю.Б., Пыльнев В.В. 100 лет Российской селекции // Селекция и семеноводство. – 2003. – № 1. – С. 33–36.

8. Коновалов Ю.Б., Березкин А.Н., Пыльнев В.В., Малько А.М. Петр Иванович Лисицын (к 125-летию со дня рождения) // Известия ТСХА. – 2002. – № 1. – С. 174–180.

DEPARTMENT OF GENETICS, PLANT BREEDING AND SEED PRODUCTION IS 100 YEARS OLD

V.V. PYLNEV, A.N. BEREZKIN, E.A. VERTIKOVA, V.S. RUBETS

(Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy)

The year 2023 is a special year for domestic selection: this year marks the 100th anniversary of the establishment of the Department of Plant Breeding and Seed Production at Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, the first department of this profile in Russia. Among the rapid changes in everyday life in post-revolutionary Russia, much was possible even in such a conservative environment as education. In 1923, thanks to the efforts of the Russian geneticist and breeder Sergey I. Zhegalov, this department was organised on the basis of the Breeding Station. The activities of the Department of Genetics, Plant Breeding and Seed Production are based on a solid academic foundation laid by Sergei I. Zhegalov and developed by his followers who have headed and worked at the department. The Department of Genetics, Plant Breeding and Seed Production was and is a methodological center for the training of genetic breeders. The textbooks and training manuals written by its staff from Zhegalov's time to the present day have been fundamental for all universities in the country. In 1988, on the initiative of Professor Yuri B. Konovalov, a new specialty "Breeding and Genetics of Agricultural Crops" was started at Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, which was supervised nationally by the Department of Genetics, Plant Breeding and Seed Production. During the existence of the department, more than 100 doctors and candidates of sciences have been trained. Graduates of the department can be found in almost all major agricultural universities and research institutes in neighbouring countries, Eastern Europe, the Middle East, Vietnam, Syria, Egypt, China and many other countries.

Keywords: selection, genetics, department, variety, textbook, graduate student, research, seed production.

References

1. Pylnev V.V., Mamonov E.V. S.I. Zhegalov is the founder of domestic selection and seed production of vegetable crops (on the 125th anniversary of his birth). *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy*. 2006;3:141–144. (In Russ.)

2. *Breeding Station named after P.I. Lisitsyn. 1903–2003. 100 years of russian scientific selection*. Moscow, Russia, 2003. (In Russ.)

3. *Development of Scientific Ideas of Academician Pyotr I. Lisitsyn*. Moscow, Russia, 2003. (In Russ.)

4. *Konovalov Yu.B., Pylnev V.V.* Department of Plant Breeding and Seed Production from S.I. Zhegalov and P.I. Lisitsyna to the present day. In: *Development of scientific ideas of Academician Pyotr I. Lisitsyn*. Moscow, Russia: V.M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems of Russian Academy of Sciences, 2003:323–334. (In Russ.)

5. *Konovalov Yu.B., Berezkin A.N., Pylnev V.V., Malko A.M.* Development of the creative heritage of Pyotr I. Lisitsyn in modern conditions. In: *Development of scientific ideas of Academician Pyotr I. Lisitsyn*. Moscow, Russia: V.M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems of Russian Academy of Sciences, 2003:13–25. (In Russ.)

6. *Konovalov Yu.B., Pylnev V.V.* 100 years of the breeding station named after P.I. Lisitsyn of Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy – 100 years of Russian selection. *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy*. 2003;4:153–163. (In Russ.)

7. *Konovalov Yu.B., Pylnev V.V.* 100 years of Russian selection. *Selektsiya i semenovodstvo*. 2003;1:33–36. (In Russ.)

8. *Konovalov Yu.B., Berezkin A.N., Pylnev V.V., Malko A.M. Petr, I. Lisitsyn* (on his 125th anniversary). *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy*. 2002;1:174–180. (In Russ.)

Сведения об авторах

Пыльнев Владимир Валентинович, д-р биол. наук, профессор, Кафедра генетики, селекции и семеноводства, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; 127550, Россия, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: pyl8@yandex.ru; тел.: (915) 093-07-85

Берёзкин Анатолий Николаевич, д-р с.-х. наук, профессор, Кафедра генетики, селекции и семеноводства, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; 127550, Россия, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49

Вертикова Елена Александровна, д-р с.-х. наук, доцент, Кафедра генетики, селекции и семеноводства, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; 127550, Россия, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: vertikovaea@yandex.ru; тел.: (985) 611-63-88

Рубец Валентина Сергеевна, д-р биол. наук, профессор, Кафедра генетики, селекции и семеноводства, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; 127550, Россия, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49

About the authors

Vladimir V. Pylnev, DSc (Bio), Professor, Department of Genetics, Plant Breeding and Seed Production, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127550, Russian Federation; phone: (915) 093-07-85; e-mail: pyl8@yandex.ru)

Anatoliy N. Berezkin, DSc (Agr), Professor, Department of Genetics, Plant Breeding and Seed Production, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127550, Russian Federation)

Elena A. Vertikova, DSc (Agr), Associate Professor, Department of Genetics, Plant Breeding and Seed Production, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127550, Russian Federation; phone: (985) 611-63-88; e-mail: vertikovaea@yandex.ru)

Valentina S. Rubets, DSc (Bio), Professor, the Department of Genetics, Plant Breeding and Seed Production, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127550, Russian Federation)

ФЕНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СОРТОВ РОЗ
ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ В УСЛОВИЯХ ЗАЩИЩЕННОГО ГРУНТАИ.Н. ЗУБИК¹, Е.Е. ОРЛОВА¹, Е.А. КОЗЛОВА¹,
Н.Р. СУНГУРОВА², А.И. ЧУДЕЦКИЙ¹, И.Б. КУЗНЕЦОВА³¹Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева;²Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова;³Костромская ГСХА)

Приведены результаты исследований по изучению фенологических особенностей 5 среднорослых сортов роз (*Chiri*, *Grand Prix*, *Gratsia*, *Jumilia*, *Red Naomi*) при выращивании в малообъемной культуре на территории Московской области. Наибольшим потенциалом пробудимости почки (7 дней), большей скоростью нарастания побега и ранним выходом в фазу массового отрастания стеблей и листьев (14 дней) обладает сорт *Jumilia* в варианте с отгибом листа. Низкой пробудимостью почки (14 дней), наименьшей активностью нарастания побега и поздним выходом в фазу массового отрастания стеблей и листьев (21 день) отличается сорт *Red Naomi* в середине ряда. Быстрее всех формирование бутона отмечено у роз сорта *Jumilia* независимо от места расположения в теплице и у сорта *Chiri* в начале ряда и в варианте с отгибом листа (39–41 дней). Медленнее всех (47–48 дней) формируется бутон у сортов *Gratsia* и *Red Naomi* в середине ряда. В товарную фазу наиболее рано вступает роза сорта *Jumilia* в вариантах с отгибом листа и в начале ряда (49–50 дней). Длительное формирование цветоноса отмечено у сортов *Gratsia* и *Red Naomi* в варианте в середине ряда (60–62 дней). Наибольшей длиной цветоноса к моменту срезки обладают сорта *Gratsia* (90,4–95,1 см) и *Jumilia* (86,2–90,2 см). Самый короткий побег отмечен у сорта *Chiri* (65,4–70,3 см).

Ключевые слова: декоративные цветочные культуры, роза, сорт, защищенный грунт, срезка, светокультура, фенологические признаки.

Введение

Цветоводство защищенного грунта – одна из самых доходных отраслей сельского хозяйства. Роза давно известна как важнейшая декоративно-цветочная культура [4, 10, 12, 17, 18, 24, 27]. За последние десятилетия появилось не только множество новых сортов роз, но также и отдельных садовых групп, имеющих свои уникальные особенности [3, 9, 21, 23, 24, 28–30] и в настоящее время также имеет повышенный спрос на рынке посадочного материала.

Посадочный материал розы для производства круглогодичной срезки получают методом «зеленой» прививки (стентлинг). Суть метода в том, что подвойная комбинация включает черенок привоя с одним узлом и неукорененный черенок подвоя, таким образом укоренение подвойного черенка проходит одновременно со срастанием подвоя и привоя. Прививку проводят в приклад под углом 30° [13]. Маточные растения в последнее время все чаще получают из материала, выращенного в условиях *in vitro* [2, 19, 25]. Розы выращивают на инертных субстратах (перлит, кокосовое

волокно, пемза, минеральная вата и др.) Чаще всего растения сажают на кубики из минеральной ваты и устанавливают на торфяной или кокосовый мат [6, 7]. Большая часть современного сортимента роз защищенного грунта представлена группами: чайно-гибридные, Флорибунда и Грандифлора [8, 18, 22, 26].

Для достижения оптимальных условий выращивания роз в теплицах, лотки с растениями поднимают на высоту 70 см. Система выращивания розы – двухрядная, расстояние между лентами растений составляет 1,0–1,1 м, в лотки устанавливают 2 мата шириной 20 см. Оптимальный объем субстрата – 2 л на 1 растение, к каждому растению подводят капельницу. Укорененные саженцы высотой 5–7 см располагают в 2 ряда в шахматном порядке (8 саженцев/м² или 70–80 тыс. шт./га). На одном месте кусты выращивают в среднем в течение 5–7 лет. Куст розы формируется через 45–50 дней после посадки, крупноцветковые сорта формируют в 3–4 скелетных побега, для других групп – до 5–6 скелетных побегов. Затем скелетные побеги прирезают над первым 5–7-листочком [1, 6, 7, 13, 14].

С момента посадки до первой срезки температуру воздуха поддерживают на уровне +22°C днем, ночью +17...+20°C. В фазе видимого бутона температуру понижают до +15...+18°C. После первой срезки дневная температура составляет +19...+21°C, ночная +16...+18°C. В весенне-летнее время температура воздуха может подниматься до +25...+27°C, при этом необходимо снизить ночную температуру до +16...+17°C, а оптимальная влажность воздуха для розы должна составлять 70–85% [5, 13].

Капельное орошение является предпочтительным способом орошения культуры роз в условиях защищенного грунта. Ежедневно вычисляют общее время полива и расход рабочего раствора через каждый клапан. Эти данные хранятся на протяжении месяца и доступны для просмотра [7]. В зимний период используют воду, прогретую до +20...+23°C. В среднем на 1 м² площади теплицы годовое водопотребление достигает 1 тыс. л. Оптимальна вода с показателем электропроводности ЕС до 0,3–0,4 мСм/см и низким содержанием натрия, хлоры и серы [13].

Основа получения срезки розы в течение всего года – искусственное освещение или светокультура. В настоящее время применяют натриевые лампы мощностью 400 или 600 Вт, которые устанавливают на высоте 2,5–3,0 м над растениями и включают с начала октября до середины апреля. Розы оптимально фотосинтезируют при интенсивности освещения 6–20 тыс. лк. Для оптимизации климатических условий в летний период и для энергосбережения в зимний современные теплицы оборудуют системами экранирования. Для повышения урожайности и качества продукции на 30% используют углекислый газ. Для роз оптимальный уровень составляет 0,05–0,07% (500–700 PPM) [13]. Розы срезают в фазе окрашенного бутона или полуроспуске, получая 5–6 побегов с 1 куста, из которых 3–4 пригодны для срезки. Срезка является ежедневным приемом формирования куста розы и проводится ежедневно в утренние часы [6]. Стандартная длина срезочного стебля первого сорта составляет 70...90 см [13].

Однако для некоторых сортов роз требуется совершенствование технологии выращивания в условиях защищенного грунта.

Цель исследований заключается в изучении фенологических и морфологических особенностей сортов роз при выращивании в условиях защищенного грунта в Московской области.

Материал и методы исследований

В качестве объектов исследования были выбраны 5 сортов роз, 4 из которых относятся к группе чайно-гибридных (Chiri, Grand Prix, Jumilia, Red Naomi) и 1 сорт (Gratsia) представлен миниатюрной спрей-розой [29, 30]. Все изучаемые растения были корнесобственными, т.к. получены в результате зеленого черенкования.

Исследования проводили в 2019–2020 гг. на территории тепличного комплекса ООО ТК «Подосинки» (Дмитровский район Московской области). На предприятии используется современная технология культивирования роз, основанная на выращивании культуры в замкнутом цикле с применением гидропоники. В качестве субстрата применяют минеральную вату. Корневая система каждого растения расположена в кубике минеральной ваты Plantop NG2.0 100×100×65 мм, насыщенном питательным раствором. Температурный режим, влажность воздуха, продолжительность светового дня, капельный полив устанавливаются и контролируются автоматически системой электронных датчиков. Управление микроклиматом осуществляется с применением технологического компьютера Priva. На протяжении всего опыта поддерживали температуру воздуха: днем – +21...+22°C, в жаркие ясные дни – +25...+27°C, ночью – +16...+17°C. Относительная влажность воздуха – 80–85%; влажность субстрата – 70–80%; уровень кислотности субстрата pH_{KCl} – 5,3–5,7, электропроводимость ЕС = 1,6–1,8 мСм, освещенность – около 6 тыс. лк.

Для каждого сорта для измерений было отобрано по 3 растения в начале, середине и конце ряда. Схема размещения опытных растений представлена в таблице 1.

Фенологические наблюдения являются важными показателями для оценки перспективности сорта, поскольку для наибольшей экономической эффективности производитель заинтересован получать качественную однотипную продукцию за минимальные сроки. Исходя из этого, мы провели исследования и проанализировали наиболее важные фенологические фазы. Фенологические наблюдения проводили по фазам развития растений: пробуждение почек, массовое отрастание стеблей и листьев, бутонизация, полуроспуск цветка (товарная фаза). Наблюдения проводили 1 раз в 5 дней в течение вегетационного периода, начиная с 22 апреля, после проведения срезки цветоносов. Определяли следующие признаки побега: пробуждение почки; длина побега через 7 и 14 дней после пробуждения почки; массовое отрастание стеблей, листьев; фаза бутонизации; фаза полуроспуска (товарная фаза); длина побега к срезке [20]. Оценку показателей проводили при температуре воздуха +18...+20°C, относительной влажности воздуха 40–60% и освещенности 150 лк.

Статистическую обработку экспериментальных данных проводили по общепринятым методикам [15] с использованием программного обеспечения Microsoft Office Excel 2019.

Таблица 1

Схема размещения растений розы в опытных рядах

| Сорт | Варианты опыта | | |
|------------|----------------|---------------|-----------------------------|
| | Начало ряда | Середина ряда | Растение с отогнутым листом |
| Grand Prix | 1 | 35 | 15 |
| Red Naomi | 1 | 35 | 20 |
| Jumilia | 1 | 35 | 31 |
| Chiri | 1 | 35 | 24 |
| Gratsia | 1 | 35 | 28 |

Результаты и их обсуждение

Результаты проведенных фенологических наблюдений приведены в таблице 2.

У исследуемых сортов продолжительность фенофазы пробуждения почки» составляет 7–14 дней. Фаза массового отрастания стеблей и листьев наступает через 14–21 дней после пробуждения почки. Наибольшим потенциалом пробудимости почки, большей скоростью нарастания побега и ранним выходом в фазу массового отрастания стеблей и листьев обладает сорт Jumilia в варианте с отгибом листа. Низкой пробудимостью почки, наименьшей активностью нарастания побега и поздним выходом в фазу массового отрастания стеблей и листьев отличается сорт Red Naomi в варианте в середине ряда.

Продолжительность прохождения фенофаз (пробуждение почек, массовое отрастание стеблей и листьев, бутонизация, полуроспуск цветка или товарная фаза) определяли по феноинтервалам (табл. 3).

В зависимости от сортовой принадлежности и технологической операции «отгиб листа» цветок вступает в товарную фазу за 49–62 дня. Быстрее всех в фазу полуроспуска вступает роза сорта Jumilia в вариантах с отгибом листа (49 дней) и в начале ряда (50 дней). Дольше всех формирование цветоноса отметили у сортов Red Naomi (60 дней) и Gratsia (62 дня) в варианте в середине ряда.

Отмечено, что раньше всех начала пробуждаться почка у сорта Jumilia с отогнутым листом (29 апреля), этот период занял 7 дней (рис. 1). Ранее пробуждение объясняется обилием света, попадающего на формирующуюся почку. Наиболее медленное (14 дней) пробуждение почки отмечали у сорта розы Red Naomi в середине ряда (6 мая), что может быть обусловлено сильным загущением исследуемого объекта (рис. 2). Таким образом, временной интервал от срезки цветоносов до пробуждения новой почки тесно взаимосвязан с местом расположения растения в ряду. Проведение технологической операции «отгиб листа» позволяет сократить период получения цветочной продукции.

Таблица 2

Результаты фенологических наблюдений за изучаемыми сортами роз

| Сорт | Фенофазы (календарная дата) | | | | | | | | | | | |
|------------|-----------------------------|------------|-----------|---------------------------------------|------------|-----------|------------------|------------|-----------|-----------------------------------|------------|-----------|
| | Пробуждение почек | | | Массовое отрастания стеблей и листьев | | | Фаза бутонизации | | | Фаза полуроспуска (товарная фаза) | | |
| | в начале | в середине | с отгибом | в начале | в середине | с отгибом | в начале | в середине | с отгибом | в начале | в середине | с отгибом |
| Grand Prix | 03.05 | 04.05 | 02.05 | 10.05 | 11.05 | 09.05 | 04.06 | 06.06 | 04.06 | 15.06 | 17.06 | 12.06 |
| Red Naomi | 05.05 | 06.05 | 03.05 | 12.05 | 13.05 | 10.05 | 06.06 | 09.06 | 05.06 | 17.06 | 21.06 | 16.06 |
| Jumilia | 02.05 | 03.05 | 29.04 | 09.05 | 10.05 | 06.05 | 01.06 | 02.06 | 31.05 | 11.06 | 13.06 | 10.06 |
| Chiri | 03.05 | 04.05 | 01.05 | 10.05 | 11.05 | 08.05 | 02.06 | 04.06 | 02.06 | 12.06 | 14.06 | 13.06 |
| Gratsia | 04.05 | 05.05 | 03.05 | 11.05 | 12.05 | 10.05 | 07.06 | 08.06 | 05.06 | 19.06 | 23.06 | 18.06 |

Продолжительность феноинтервалов изучаемых сортов роз, дней

| Сорт | Феноинтервалы | | | | | | | | | | | |
|------------|-------------------|------------|-----------|---------------------------------------|------------|-----------|------------------|------------|-----------|-----------------------------------|------------|-----------|
| | Пробуждение почек | | | Массовое отрастания стеблей и листьев | | | Фаза бутонизации | | | Фаза полуроспуска (товарная фаза) | | |
| | в начале | в середине | с отгибом | в начале | в середине | с отгибом | в начале | в середине | с отгибом | в начале | в середине | с отгибом |
| Grand Prix | 11 | 12 | 10 | 18 | 19 | 17 | 43 | 45 | 43 | 54 | 56 | 51 |
| Red Naomi | 13 | 14 | 11 | 20 | 21 | 18 | 45 | 48 | 44 | 56 | 60 | 55 |
| Jumilia | 10 | 11 | 7 | 17 | 18 | 14 | 40 | 41 | 39 | 50 | 52 | 49 |
| Chiri | 11 | 12 | 9 | 18 | 19 | 16 | 41 | 43 | 41 | 51 | 53 | 52 |
| Gratsia | 12 | 13 | 11 | 19 | 20 | 18 | 46 | 47 | 44 | 58 | 62 | 57 |



Рис. 1. Пробуждение почки у розы сорта Jumilia с отгибом листа



Рис. 2. Пробуждение почки у розы сорта Red Naomi в середине ряда

Для определения скорости нарастания побега исследовали его длину через 7 и 14 дней после пробуждения почки. Наблюдения проводили за каждым сортом роз в зависимости от места расположения в теплице и технологической операции «отгиб листа». Выявлено, что побег у розы сорта Grand Prix в начале ряда через 7 дней после пробуждения почки достиг 35 мм, через 14 дней его длина составила 60 мм. Побег сорта Red Naomi через 7 дней после пробуждения почки достиг 30 мм, через 14 дней

его длина составила 60 мм. Побег сорта Jumilia через 7 дней после пробуждения почки достиг 45 мм, через 14 дней его длина составила 75 мм. Побег сорта Chiri через 7 дней после пробуждения почки достиг 30 мм, через 14 дней его длина составила 55 мм. Побег сорта спрей-роз сорта Gratsia через 7 дней после пробуждения почки достиг 30 мм, через 14 дней его длина составила 65 мм. Таким образом, скорость нарастания побега в начале ряда оказалась выше у сорта Jumilia. Медленнее всех скорость нарастания побега через 7 дней отметили у сортов Red Naomi, Chiri, Gratsia, а через 14 дней – у сорта Chiri.

Также отмечено, что побег у розы сорта Grand Prix в середине ряда через 7 дней после пробуждения почки достиг 35 мм, через 14 дней его длина составила 55 мм. Побег сорта Red Naomi через 7 дней после пробуждения почки достиг 35 мм, через 14 дней его длина составила 60 мм. Побег сорта Jumilia через 7 дней после пробуждения почки достиг 40 мм, через 14 дней его длина составила 80 мм. Побег сорта Chiri через 7 дней после пробуждения почки достиг 25 мм, через 14 дней его длина составила 50 мм. Побег сорта спрей-роз сорта Gratsia через 7 дней после пробуждения почки достиг 35 мм, а через 14 дней его длина составила 65 мм. Таким образом, скорость нарастания побега в середине ряда оказалась снова выше у сорта Jumilia. Наименьшую скорость нарастания побега через 7 дней и 14 дней отметили у сорта Chiri.

Наблюдая за скоростью нарастания побега у растений с отогнутым листом выявили, что побег сорта Grand Prix через 7 дней после пробуждения почки достиг 45 мм, через 14 дней его длина составила 65 мм. Побег сорта Red Naomi через 7 дней после пробуждения почки достиг 35 мм, через 14 дней его длина составила 65 мм. Побег сорта Jumilia через 7 дней после пробуждения почки достиг 45 мм, через 14 дней его длина составила 80 мм. Побег сорта Chiri через 7 дней после пробуждения почки достиг 30 мм, через 14 дней его длина составила 50 мм. Побег сорта спрей-роз сорта Gratsia через 7 дней после пробуждения почки достиг 45 мм, через 14 дней его длина составила 80 мм. Таким образом, скорость нарастания побега у образцов с отогнутым листом оказалась одинаково высокой у сортов Grand Prix, Jumilia, Gratsia. Медленнее всех скорость нарастания побега отметили у сорта Chiri.

Подводя общий итог можно сделать вывод, что сорт Jumilia по скорости нарастания побега оказался лидирующим, независимо от места расположения в теплице. Медленнее всех скорость нарастания побега наблюдали у сорта Chiri.

Период от срезки до массового отрастания стеблей и листьев связан с местом расположения объекта в теплице и его сортовой принадлежностью. По результатам наблюдений отмечено, что быстрее всех в фенофазу массового отрастания стеблей и листьев вступает сорт Jumilia с отогнутым листом (6 мая), этот период занял 14 дней с момента срезки цветоносов (рис. 3а). Позднее всех в эту фазу вступил сорт Red Naomi в середине ряда (13 мая), 21 день (рис. 3б). Остальные сорта (Grand Prix, Chiri, Gratsia) заняли промежуточное положение.

Фаза бутонизации – важный и ответственный этап в тепличном цветоводстве. На основе полученных наблюдений можно сделать вывод, что на сроки наступления фенофаз оказывать влияние сорт и место расположения в теплице. Роза сорта Jumilia с отгибом листа вышла в фазу бутонизации быстрее других (31 мая) за 39 дней. Дольше всех формирование бутона наблюдали у роз сорта Red Naomi в середине ряда (9 июня), этот период занял 48 дней с момента пробуждения почки.

Срез цветов производят в период, когда бутон находится в фазе полураспуска: чашелистики отогнуты и показались 1–2 окрашенных лепестка [11]. Для промышленного цветоводства эта фаза считается товарной. Проведенные наблюдения позволяют сделать вывод, что у сорта Jumilia с отгибом листа формирование цветочного побега, готового к срезке, наступает быстрее остальных (10 июня) – за 49 дней.

Следующими объектами, готовым к срезке, стали сорта Chiri в начале ряда и Grand Prix с отгибом листа – 51 день. Дольше всех формирование цветоноса наблюдали у сортов Red Naomi (21 июня) – 60 дней, и Gratsia в середине ряда (23 июня) – 62 дня.

Отмечено, что быстрее всех наступление товарной фазы происходило у роз сорта Jumilia (50 дней). Наиболее длительное развитие генеративного побега выявлено у роз сорта Red Naomi (57 дней) и Gratsia (59 дней).

Наблюдая за сортами роз, произрастающими в разных условиях, определили длину побега к срезке (табл. 4).

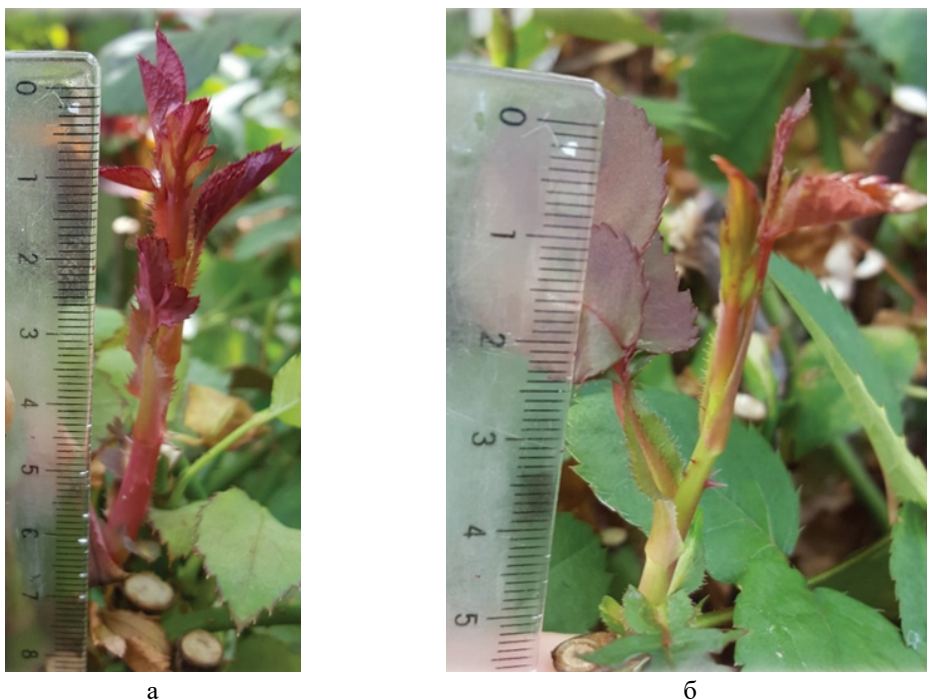


Рис. 3. Массовое отрастание стеблей и листьев роз сортов Jumilia (а) и Red Naomi (б) с отгибом листа

Таблица 4

Длина побега изучаемых сортов роз к срезке, см

| Сорт | Условия произрастания | | |
|------------|-----------------------|------------|-----------|
| | в начале | в середине | с отгибом |
| Grand Prix | 80,2±1,34 | 73,7±1,22 | 83,2±2,28 |
| Red Naomi | 83,6±2,54 | 84,4±2,43 | 86,0±2,76 |
| Jumilia | 88,0±2,05 | 86,2±1,91 | 90,2±2,56 |
| Chiri | 65,4±1,88 | 66,4±1,15 | 70,3±1,31 |
| Gratsia | 95,1±2,80 | 90,4±2,44 | 94,3±2,66 |

Выявлено, что, вне зависимости от места расположения и технологической операции, отгиб листа роза сорта Gratsia имела наибольшую длину цветоноса (90,4–95,1 см) к моменту срезки (рис. 4а). Наименьшие показатели (65,4–70,3 см) зафиксировали у розы сорта Chiri (рис. 4б).

Для реализации продукции допустима длина цветоноса более 50 см, но особенно ценными являются растения, имеющие высоту цветоноса более 80 см [13]. Оптимальным вариантом является выбор сортов растений с одинаковой длиной побега для выращивания в одной теплице, что облегчит срезку и сортировку полученной продукции. Стоит также отметить, что чем выше длина цветоноса, тем для большего числа флористических композиций подходит данный сорт.



а



б

Рис. 4. Длина побега сортов Gratsia (а) и Chiri (б) в начале ряда (2-я декада июня)

Выводы

Таким образом, в результате проведенных исследований по выращиванию культурных роз в условиях защищенного грунта установлено, что наибольшим потенциалом пробудимости почки (7 дней), большей скоростью нарастания побега и ранним выходом в фазу массового отрастания стеблей и листьев (14 дней) обладает сорт Jumilia в варианте с отгибом листа. Быстрее всех формирование бутона отмечено у роз сорта Jumilia во всех вариантах опыта, независимо от места расположения в теплице (39–41 день) и сорта Chiri как в варианте в начале ряда, так и в варианте с отгибом листа (41 день). В товарную фазу быстрее всех вступает роза сорта Jumilia в вариантах с отгибом листа (49 дней) и в начале ряда (50 дней). Наибольшей длиной цветоноса к моменту срезки обладают сорта Gratsia (90–95 см) и Jumilia (86–90 см). Наибольшая длина сложного листа наблюдалась у сорта Red Naomi в начале ряда (189 мм). Каждый из изученных сортов роз имеет свои фенологические особенности, определяющие время его срезки для дальнейшей реализации на рынке цветочной продукции.

Библиографический список

1. *Андреев А.* Выращивание роз на срезку / А. Андреев // Цветоводство. – 2012. – № 6. – С. 2–4.
2. *Ахметова Л.Р.* Некоторые аспекты клонального микроразмножения декоративных культур на примере *Rosa L.* и *Hydrangea L.* / Л.Р. Ахметова, Е.В. Соболева, Х.В. Шарафутдинов // Перспективы развития садоводства и садово-паркового строительства: моногр. – М.: РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, 2022. – С. 221–237.
3. *Баев В.И.* Новое в выращивании саженцев садовых роз / В.И. Баев, Б.Р. Джабаев. – Махачкала: Юпитер, 1998. – 246 с.
4. *Бессчетнова М.В.* Розы. Ассортимент и культура / М.В. Бессчетнова, Т.Н. Михнева. – Алма-Ата: Кайнар, 1979. – 120 с.
5. *Битюцкий Н.П.* Минеральное питание растений: учеб. / Н.П. Битюцкий – СПб: СПбГУ, 2014. – 549 с.
6. *Боровой Е.П.* Особенности регулирования водного режима роз в теплице / Е.П. Боровой, И.А. Азиева // Аграрный научный журнал. – 2015. – № 6. – С. 10–12.
7. *Боровой Е.П.* Режим капельного орошения различных сортов роз в условиях теплицы / Е.П. Боровой, А.Д. Ахмедов, И.А. Азиева // Мелиорация и водное хозяйство. – 2015. – № 6. – С. 2–6.
8. *Боровой Е.П.* Технология выращивания роз в теплице / Е.П. Боровой, И.А. Азиева // Интеграция науки и производства – стратегия устойчивого развития АПК России в ВТО: мат-лы Междунар. науч.-практ. конф., посв. 70-летию Победы в Сталинградской битве (г. Волгоград, 30 января – 1 февраля 2013 г.). – Волгоград: Волгоградский ГАУ, 2013. – Т. 3. – С. 193–196.
9. *Былов В.Н.* Розы. Итоги интродукции: справоч. пособие / В.Н. Былов, Н.Л. Михайлов, Е.И. Сурина // М.: Наука, 1988. – 432 с.
10. *Вакуленко В.В.* Многолетники и розы в озеленении городов / В.В. Вакуленко, Н.П. Николаенко, Т.М. Алейникова – М: Мин-во коммунального хоз-ва РСФСР, 1955. – 240 с.
11. *Висящева Л.В.* Промышленное цветоводство: учеб. / Л.В. Висящева, Т.А. Соколов. – М.: Агропромиздат, 1991. – 368 с.
12. *Воронцов В.В.* Все о розах / В.В. Воронцов, В.И. Коробов. – М.: Фитон+, 2007. – 152 с.
13. *Гиль Л.С.* Современное овощеводство закрытого и открытого грунта: практическое руководство / Л.С. Гиль, А.И. Пашковский, Л.Т. Сулима. – Житомир: Рута, 2012. – 468 с.
14. *Долганова В.В.* Из опыта работы в ООО «Долина роз»/ В.В. Долганова // Молодежь и наука. – 2016. – № 7. – С. 21–23.
15. *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учеб. / Б.А. Доспехов. – Изд. 6-е. – М.: Альянс, 2011. – 350 с.
16. *Зорина Е.В.* Биологические особенности выгоночных роз в защищенном грунте Южного Приморья: автореф. дис. ... канд. биол. наук / Е.В. Зорина. – Владивосток, 2008. – 24 с.
17. *Иванова И.В.* Декоративное садоводство с основами ландшафтного проектирования. Ч. 2: учеб. пособие. / И.В. Иванова, О.Е. Ханбабаева. – М.: РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, 2013. – 179 с.
18. *Клименко З.К.* Секреты выращивания роз / З.К. Клименко. – М.: Фитон+, 2009. – 128 с.
19. *Макаров С.С.* Особенности органогенеза малораспространенных сортов рода *Rosa L.* при клональном микроразмножении / С.С. Макаров, Е.В. Соболева,

А.И. Чудецкий // Научные труды Чебоксарского филиала Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина РАН. – 2023. – Вып. 19. – С. 65–68.

20. Методика Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. 6 (Декоративные культуры) / Гос. комиссия по сортоиспытанию с.-х. культур при Мин-ве сел. хоз-ва СССР. – М.: Колос, 1968. – 223 с.

21. *Мовсесян Л.И.* Розы. Сад. Огород. Календарь / Л.И. Мовсесян. – Ростов-на-Дону: Гранд, 2010. – 96 с.

22. *Орлова Е.Е.* Сохранение и оценка декоративных качеств срезки роз с применением химических веществ и микробиологических препаратов / Е.Е. Орлова, И.Н. Зубик, В.Р. Пашутин // Перспективы развития садоводства и садово-паркового строительства: моногр. – М.: РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, 2022. – С. 185–192.

23. *Тадеуш Ю.Е.* Розы в вашем саду: выбираем, ухаживаем, наслаждаемся / Ю.Е. Тадеуш, С.Ф. Недялков. – Изд. 2-е. – СПб.: Питер, 2011. – 128 с.

24. *Теорина А.И.* Розы / А.И. Теорина. – М.: Фитон+, 2007. – 328 с.

25. *Чурикова О.А.* Создание и поддержание коллекции *in vitro* сортов цветочно-декоративных культур из фондов Ботанического сада МГУ им. М.В. Ломоносова / О.А. Чурикова, А.А. Криницына // Биология растений и садоводство: теория, инновации. – 2020. – № 3. – С. 55–64. DOI: 10.36305/2712-7788-2020-3-156-55-64

26. *Юскевич Н.Н.* Промышленное цветоводство России / Н.Н. Юскевич, Л.В. Висящева, Т.Н. Краснова. – М.: Росагропромиздат, 1990. – 302 с.

27. *Bernardis R.* The Analysis of Some Ornamental Rose Varieties Grow in the Green Spaces from Iași / R. Bernardis, M. Dascălu, L. Chelariu, C. Zlati, R. Pașcu, D. Poșta // Scientific Papers. Series B, Horticulture. – 2022. – V. LXVI. – No. 1. – Pp. 638–643.

28. *Datta S.K.* Breeding of New Ornamental Varieties: Rose / S.K. Datta // Current Science. – 2018. – Vol. 114. – № 6. – Pp. 1194–1206. DOI: 10.18520/cs/v114/i06/1194-1206

29. Modern Roses XI: The World Encyclopedia of Roses / T. Cairns, M. Young, J. Adams, B. Edberg (eds.). USA: Academic Press, 2000. 642 p.

30. Modern Roses XII: The World Encyclopedia of Roses / M.A. Young, P. Schorr (eds.). USA: American Rose Society, 2007. 576 p.

PHENOLOGICAL CHARACTERISTICS OF ROSE CULTIVARS GROWN IN PROTECTED SOIL USING HYDROPONIC TECHNOLOGY

I.N. ZUBIK¹, E.E. ORLOVA¹, E.A. KOZLOVA¹,
N.R. SUNGUROVA², A.I. CHUDETSKY¹, I.B. KUZNETSOVA³

(¹Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy;

²Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov;

³Kostroma State Agricultural Academy)

The results of studies on the phenological characteristics of five cultivars of cut roses (Chiri, Grand Prix, Gratsia, Jumilia, Red Naomi) when grown in low-volume culture in the Moscow region are presented. Jumilia with folded leaves has the greatest potential for budding (7 days), the highest shoot growth activity and early entry into the phase of mass growth of stems and leaves (14 days). Red Naomi in the middle of the row has low bud awakening (14 days), the least shoot growth activity and late entry into the phase of mass regrowth of stems and leaves (21 days). Jumilia, regardless of its location in the greenhouse, and Chiri at the beginning of the row and in the variant with a folded leaf are characterized by faster bud formation (39–41 days). Gratsia and Red Naomi in the middle of the row are characterized by slower bud formation (47–48 days). Jumilia in the folded leaf varieties and at the beginning of the row is distinguished by the earliest entry into the commercial

phase (49–50 days). *Gratsia* and *Red Naomi* in the middle-row variety (60–62 days) are characterised by long peduncle formation. The longest peduncle at the time of cutting was observed in *Gratsia* (90,4–95,1 cm) and *Jumilia* (86,2–90,2 cm). *Chiri* has the shortest stem (65,4–70,3 cm).

Keywords: ornamental flower crops, rose, cultivar, protected soil, cutting, photoculture, phenological characteristics.

References

1. Andreev A. Growing cut roses. *Tsvetovodstvo*. 2012;6:2–4. (In Russ.)
2. Akhmetova L.R., Soboleva E.V., Sharafutdinov Kh.V. Some aspects of clonal micropropagation of ornamental crops using the example of *Rosa* L. and *Hydrangea* L. In: *Prospects for the development of horticulture and landscape construction: monograph*. Moscow: Society with limited responsibility “Megapolis”, 2022:221–237. (In Russ.)
3. Baev V.I., Dzhabaev B.R. *New aspects in growing seedlings of garden roses*. Makhachkala: Yupiter, 1998:246. (In Russ.)
4. Besschetnova M.V., Mikhneva T.N. *Roses*. Alma-Ata, Qazaqstan: Kainar, 1979:120. (In Russ.)
5. Bityutsky N.P. *Mineral nutrition of plants*. St. Petersburg, Russia: Izd-vo S. – Peterb. un-ta, 2014:549. (In Russ.)
6. Borovoy E.P., Azieva I.A. Peculiarities of regulation of water regime of roses in greenhouse. *The Agrarian Scientific Journal*. 2015;6:10–12. (In Russ.)
7. Borovoy E.P., Akhmedov A.D., Azieva I.A. Drip irrigation mode of different varieties of roses in greenhouses. *Melioratsiya i vodnoe khozyaystvo*. 2015;6:2–6. (In Russ.)
8. Borovoy E.P., Azieva I.A. Technology of growing roses in a greenhouse. In: *Integratsiya nauki i proizvodstva – strategiya ustoychivogo razvitiya APK Rossii v VTO: Proceedings of the International Scientific-Practical Conference Dedicated to the 70th anniversary of the Victory in the Battle of Stalingrad (Volgograd, January 30 – February 1, 2013)*. Volgograd, Russia: Volgograd State Agrarian University, 2013;3:193–196. (In Russ.)
9. Bylov V.N., Mikhaylov N.L., Surina E.I. *Roses. The results of the introduction*. Moscow, Russia: Nauka. 1988:432. (In Russ.)
10. Vakulenko V.V., Nikolaenko N.P., Aleynikova T.M. *Perennials and roses in urban landscaping*. Moscow, Russia: Ministry of Public Utilities of the RSFSR. 1955:240. (In Russ.)
11. Visyashcheva L.V., Sokolov T.A. *Industrial floriculture*. Moscow, Russia: Agropromizdat, 1991:368. (In Russ.)
12. Vorontsov V.V., Korobov V.I. *All about roses*. Moscow, Russia: Fiton+, 2007:152. (In Russ.)
13. Gil’ L.S., Pashkovskiy A.I., Sulima L.T. *Contemporary vegetable growing in closed and open ground: A Practical Guide*. Zhitomir, Russia: Ruta, 2012:468. (In Russ.)
14. Dolganova V.V. From Work experience at LLC “Valley of Roses”. *Molodyozh’ i nauka*. 2016;7:21–23. (In Russ.)
15. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul’tatov issledovaniy): ucheb. [Methods of Field Experience (with the Basics of Statistical Processing of Research Results): Textbook]. Moscow: Al’yans. 2011: 350. (In Russ.)
16. Zorina E.V. Biological features of forced roses in protected soil in Southern Primorye. CSc (Bio) thesis. Vladivostok, Russia, 2008:24. (In Russ.)
17. Ivanova I.V., Khanbabaeva O.E. *Ornamental horticulture with the basics of landscape design: a textbook. Part 2*. Moscow, Russia: Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, 2013:179. (In Russ.)
18. Klimenko Z.K. *Secrets of growing roses*. Moscow, Russia: Fiton+, 2009:128. (In Russ.)

19. Makarov S.S., Soboleva E.V., Chudetskiy A.I. Features of organogenesis of less common cultivars of the Genus *Rosa* L. during clonal micropropagation. *Nauchnye trudy Cheboksarskogo filiala Glavnogo botanicheskogo sada im. N.V. Tsitsina RAN*. 2023;19:65–68. (In Russ.)
20. *Methodology of the State Variety Testing of Agricultural Crops. Vol. 6 (Ornamental Crops)*. State Variety Testing Commission of Agricultural Crops, Ministry of Agriculture of the USSR. Moscow, Russia: Kolos, 1968;223. (In Russ.)
21. *Movsesyan L.I. Roses. Grove. Garden. Calendar*. Rostov-on-Don, Russia: Grand, 2010:96. (In Russ.)
22. Orlova E.E., Zubik I.N., Pashutin V.R. Preservation and Assessment of the Ornamental Qualities of Cut Roses Using Chemicals and Microbiological Preparations. In: *Prospects for the Development of Horticulture and Landscape Construction*. Moscow, Russia: Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, 2022:185–192. (In Russ.)
23. Tadeush Yu.E., Nedyalkov S.F. *Roses in your garden: choose, care, enjoy*. St. – Petersburg, Russia: Piter, 2011:128. (In Russ.)
24. *Teorina A.I. Roses*. Moscow, Russia: Fiton+, 2007:328. (In Russ.)
25. Churikova O.A., Krinitsina A.A. Creation and maintenance of in vitro collections of ornamental cultures from the Lomonosov MSU Botanical Garden's funds. *Plant Biology and Horticulture: Theory, Innovation*. 2020;3(156):55–64. (In Russ.) <https://doi.org/10.36305/2712-7788-2020-3-156-55-64>
26. Yuskevich N.N., Visyashcheva L.V., Krasnova T.N. *Industrial floriculture in Russia*. Moscow, Russia: Rosagropromizdat, 1990:302. (In Russ.)
27. Bernardis R., Dascălu M., Chelariu L., Zlati C., Pașcu R., Poșta D. The Analysis of Some Ornamental Rose Varieties Grow in the Green Spaces from Iași. *Scientific Papers. Series B, Horticulture*. 2022; LXVI(1):638–643.
28. Datta S.K. Breeding of New Ornamental Varieties: Rose. *Current Science*. 2018;114(6): 1194–1206. <https://doi.org/10.18520/cs/v114/i06/1194-1206>
29. Cairns T., Young M., Adams J., Edberg B. (eds.). *Modern Roses XI: The World Encyclopedia of Roses*. USA: Academic Press. 2000: 642.
30. Young M.A., Schorr P. (eds.). *Modern Roses XII: The World Encyclopedia of Roses*. USA: American Rose Society, 2007:576.

Сведения об авторах

Зубик Инна Николаевна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры декоративного садоводства и газоноведения, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – Московская сельскохозяйственная академия имени К.А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: innazubik@rgau-msha.ru; тел.: (499) 976–05–45)

Орлова Елена Евгеньевна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры декоративного садоводства и газоноведения, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – Московская сельскохозяйственная академия имени К.А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: elena.orlova@rgau-msha.ru; тел.: (499) 976–05–45)

Козлова Елена Анатольевна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры декоративного садоводства и газоноведения, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение высшего образования «Российский

государственный аграрный университет – Московская сельскохозяйственная академия имени К.А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: kozlova.e@rgau-msha.ru; тел.: (499) 976–05–45)

Сунгурова Наталья Рудольфовна, доктор сельскохозяйственных наук, доцент, профессор кафедры ландшафтной архитектуры и искусственных лесов Высшей школы естественных наук и технологий, Федеральное государственное автономное научное учреждение высшего образования «Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова» (163002, Российская Федерация, г. Архангельск, ул. Набережная Северной Двины, д. 17; e-mail: n.sungurova@narfu.ru)

Чудецкий Антон Игоревич, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры декоративного садоводства и газоноведения, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – Московская сельскохозяйственная академия имени К.А. Тимирязева» (127434, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: chudetski@rgau-msha.ru; тел.: (499) 976–05–45)

Кузнецова Ирина Борисовна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры агрохимии, биологии и защиты растений, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение высшего образования «Костромская государственная сельскохозяйственная академия» (156530, Костромская обл., Костромской р-н, пос. Каравaeво, Учебный городок, 34; e-mail: sonneraiser@yandex.ru; тел.: (4942) 629–130)

About the authors

Inna N. Zubik, CSc (Agr), Associate Professor, Associate Professor at the Department of Decorative Gardening and Lawn Science, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127434, Russian Federation; phone: (499) 976-05-45; e-mail: innazubik@rgau-msha.ru)

Elena E. Orlova, CSc (Agr), Associate Professor, Associate Professor at the Department of Decorative Gardening and Lawn Science, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127434, Russian Federation; phone: (499) 976-05-45; e-mail: elena.orlova@rgau-msha.ru)

Elena A. Kozlova, CSc (Agr), Associate Professor, Associate Professor at the Department of Decorative Gardening and Lawn Science, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127434, Russian Federation; phone: (499) 976-05-45; e-mail: kozlova.e@rgau-msha.ru)

Natalia R. Sungutova, DSc (Agr), Associate Professor, Professor at the Department of Landscape Architecture and Artificial Forests, Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov (17 Naberezhnaya Severnoy Dviny, Arkhangelsk, 163002, Russian Federation; e-mail: n.sungurova@narfu.ru)

Anton I. Chudetsky, CSc (Agr), Associate Professor at the Department of Decorative Gardening and Lawn Science, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127434, Russian Federation; phone: (499) 976-05-45; e-mail: chudetski@rgau-msha.ru)

Irina B. Kuznetsova, CSc (Agr), Associate Professor, Associate Professor at the Department of Agrochemistry, Biology and Plant Protection, Kostroma State Agricultural Academy (34 Educational Campus, Karavaevo Vlg., Kostroma District, Kostroma Region, 156530, Russian Federation; phone: (4942) 62-91-30; e-mail: sonneraiser@yandex.ru)

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ И ПРАКТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ПОДВОЯ ПРИ ВЕГЕТАТИВНОЙ РЕПРОДУКЦИИ ИНТРОДУЦЕНТОВ РОДА *SYRINGA* L. (OLEACEAE) В УСЛОВИЯХ ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ

Н.М. НАЗАРОВА

(ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет»)

*Надлежащий выбор комбинаций подвоя и привоя у интродуцентов сирени с целью полной реализации преимуществ прививки требует глубокого понимания синергии сорто-подвойных комбинаций, а также установления факторов, которые могут оказывать влияние на данный процесс. Проанализированы результаты трех вариантов опытов прививки с использованием в качестве подвоя сеянцев *Syringa vulgaris* L. и *Syringa josikaea* J. Jacq. ex Rchb. и вегетативных подвоев (укорененная поросль) *Syringa vulgaris* L. Привойный материал – спящие почки четырех высокодекоративных культиваров *S. vulgaris* L. ('Aucubaefolia', 'Sensation', 'Marc Micheli', 'Congo') и позднего гибрида *Syringa* × *prestoniae* McKelvey 'Miss Canada'. Установлено, что от систематической принадлежности материнских растений культиваров может зависеть приживаемость сортов на определенном подвое. Лучшая приживаемость среди всех изученных окулянтов в климатических условиях Оренбуржья достигается при использовании в качестве подвоя укорененных вегетативных побегов *S. vulgaris* (свыше 90%), худшая – на семенном подвое *S. josikea* J. Jacq. ex Rchb. (до 40%). Доказано влияние температуры и влажности окружающей среды в момент сращения окулянтов на приживаемость прививок с использованием вегетативного подвоя *S. vulgaris* L. (Т-критерий Уилкоксона, уровень статистической значимости $p < 0,05$). Для достижения максимальных показателей приживаемости сортов сирени в климатогеографических условиях Оренбуржья и/или регионов со сходными условиями рекомендовано осуществлять подбор подвоя для каждого культивара индивидуально.*

Ключевые слова: вегетативное размножение, привой, подвой, прививка, интродуцент, *Syringa* L.

Введение

Репродукция растений, произрастающих в условиях интродукции, занимает одно из ключевых значений в определении степени жизнеспособности растения в новых условиях среды. Сирень (*Syringa* L.) – род хорошо известных декоративных и ароматических древесных растений, принадлежащий семейству Маслиновые (Oleaceae), издавна обладающий высоким ресурсным потенциалом для садоводства, эфиромасличных и медицинских целей в Восточной Азии и Европе [1]. Благодаря своим высоким декоративным характеристикам сирень является одним из самых красивоцветущих кустарников. Данный факт объясняет ее широкое распространение при интродукции в садах, парках, скверах, частных домовладениях не только по всей территории России, но и в мире.

Несмотря на огромный ассортимент декоративных культур, сирень была и остается одной из самых востребованных, используемых в озеленении в составе различных ландшафтных композиций [2, 3]. Помимо высоких показателей декоративности, сирень является достаточно нетребовательной, отличаясь повышенной устойчивостью к городским условиям, засухоустойчивостью и морозостойкостью [4]. Ввиду таких характеристик возникает необходимость воспроизводства данной культуры в целях не только озеленения, но и сохранения особо ценных таксонов.

Несколько недавних национальных и международных проектов были сосредоточены на крупномасштабном генотипировании генетических ресурсов растений в вегетативно размножаемых культурах. Основная цель заключалась в том, чтобы идентифицировать растительный материал, соответствующий определенному типу, выявить его возможные синонимы и исследовать генетическое разнообразие и родство между образцами. Второстепенной целью являлось создание устойчивых баз данных, которые будут использованы в различных исследованиях [5].

Исследования, направленные на интродукцию и акклиматизацию растений сирени в Оренбуржье, проводятся на базе ботанического сада Оренбургского государственного университета уже более 10 лет. Одним из главных направлений исследований является изучение способности к вегетативному размножению растений сирени. Технологии настоящего времени позволяют значительно ускорить процесс размножения новых перспективных сортов сирени с помощью методов клонального микроразмножения, которые приобретает все большую популярность. Однако данный способ размножения сирени достаточно сложный и требует наличия специальных навыков и соответствующего лабораторного оборудования [6]. Поэтому использование прививки в качестве альтернативного способа вегетативного размножения интродуцентов сирени приобретает актуальность.

Прививка – это широко распространенный метод, который тысячелетиями использовался для вегетативного размножения растений в целом, и сирени – в частности [7]. В настоящее время он продолжает оставаться обычной практикой как для размножения сирени при интродукционной работе, так и для улучшения свойств данной культуры. Только апробация этого способа вегетативного размножения может помочь раскрыть основную биологию прививки, а также выявить причины несовместимости подвоя и привоя [8].

Общей предпосылкой для успешной прививки и долгосрочного выживания привитых растений является таксономическая близость подвоя и привоя. Несмотря на простоту данного способа размножения, взаимодействие подвоя и привоя включает в себя сложные физиолого-биохимические и молекулярные механизмы. Успешное формирование (сращение) трансплантата состоит из ряда стадий, а именно: выстраивание сосудистого камбия, формирование реакции заживления раны, образование мозолистого мостика, за которым следуют формирование сосудистого камбия и образование затем вторичной ксилемы и флоэмы. Для привитых растений совместимость подвоя/привоя является наиболее важным фактором их лучшей производительности и долговечности. Несовместимость трансплантата возникает по причине широкого круга абиотических и биотических факторов [9].

В литературе встречается много данных об использовании в качестве подвоев для размножения сирени как видов ее родового комплекса: сирень обыкновенная (*Syringa vulgaris* L.), сирень венгерская (*Syringa josikea* J. Jacq. ex Rchb.), – так и видов семейства Маслиновые (*Oleaceae*): бирючина обыкновенная (*Ligustrum vulgare* L.), ясень обыкновенный (*Fraxinus excelsior* L.). Разные типы подвоев обеспечивают различную приживаемость сортов сирени [10, 11].

Способы прививки для размножения сортов сирени также разнообразны. Используются такие способы, как улучшенная копулировка, окулировка, вприклад. Прививки проводятся в летний, зимний и весенний сезоны. Лучшая приживаемость у сортов сирени достигается при летней окулировке [12].

Ранее проводимые исследования на базе ботанического сада ОГУ по выбору оптимального способа прививки сирени в условиях Оренбургской области показали высокую эффективность использования окулировки на семенном подвое *Syringa vulgaris* L. [13]. В данном исследовании предполагается, с одной стороны, оценить

приживаемость при окулировке ряда ранее не произраставших на территории Оренбуржья сортов сирени, с другой – сравнить эффективность данного способа прививки при использовании различных подвоев.

Цель исследований: теоретическое и практическое обоснование выбора подвоя при вегетативном размножении сортов сирени, при котором достигается наиболее высокая их приживаемость в климатогеографических условиях Оренбуржья.

Материал и методы исследований

Объектом исследований являются подвой сирени обыкновенной (*S. vulgaris* L.) и сирени венгерской (*S. josikea* J. Jacq. ex Rchb.).

Сирень венгерская (*S. josikea* J. Jacq. ex Rchb.) – кустарник, естественно распространенный в лесах умеренного пояса в Карпатах. Ареал ограничен в общей сложности 25 небольшими популяциями в двух отдельных районах: в горах Апусени (Румыния) и Украинских Карпатах [14]. На территории Оренбуржья регистрируется на территории частных домовладений, в крупных парках и скверах [15].

Сирень обыкновенная (*S. vulgaris*) – кустарник, ареалом распространения которого является Балканский полуостров. Культурный ареал обширный, что связано с его высокой экологической пластичностью и устойчивостью [16, 17]. На территории Оренбуржья распространена повсеместно и активно используется в озеленении [15].

Оба вида интродуцированы в Оренбуржье в начале XX в. и изначально использовались для создания защитных лесополос [15].

Подвойный материал получен от маточных растений, произрастающих на территории Южно-Уральского ботанического сада-института – ОУБСИ УФИЦ РАН (г. Уфа). Прививку осуществляли на территории ботанического сада Оренбургского ГУ.

Климат Оренбургской области – резко континентальный. Для летнего периода характерно наличие высоких положительных температур, сопровождающихся недостаточностью влажности, засухами и суховеями. Для зимнего периода характерны пониженные температуры с низким уровнем снегового покрова, промерзанием почвы на глубину до 1,5 м, а также раннеосенними и поздневесенними заморозками, чередованием заморозков с оттепелями [18].

Прививка проведена во второй декаде июля 2022 г. спящим глазком (летняя окулировка) [12]. Было заложено три варианта опыта:

- 1 – прививка с использованием сменного подвоя сирени обыкновенной (*S. vulgaris* L.);
- 2 – прививка с использованием вегетативного подвоя (укорененная поросль) сирени обыкновенной (*S. vulgaris* L.);
- 3 – прививка с использованием семенного подвоя сирени венгерской (*S. josikea* J. Jacq. ex Rchb.).

Возраст семенных подвоев составил 4 года. Вегетативные подвои, использованные в опыте, укоренялись в школьном отделении в течение двух лет. Для окулировки заготавливались почки 5 высокодекоративных сортов сирени обыкновенной (*S. vulgaris*): 'Aucubaefolia', 'Sensation', 'Marc Micheli', 'Congo' – и позднего гибрида сирени Престон (*Syringa* × *prestoniae* McKelvey) 'Miss Canada'. Спящие почки срезали со средней части побегов текущего годового прироста в утренние часы непосредственно перед прививкой.

Диаметр корневой шейки подвоя составлял $1,3 \pm 0,3$ см. На каждый тип подвоя по вариантам опыта привито по 10 глазков каждого сорта в трехкратной повторности. Количество прививок каждого сорта на все варианты опыта – по 90 шт. Ввиду ограниченного количества подвойного материала прививка проводилась с двух сторон подвоя. Оценка приживаемости произведена весной следующего года. В зимний период прививки для предупреждения выпадения (обмерзания) укрывались древесными опилками до уровня выше привитой почки.

Статистическая обработка данных сведена к определению среднего значения, стандартного отклонения и оценке уровня изменчивости исследуемых признаков по коэффициенту вариации (C_v) с использованием программного обеспечения Microsoft Excel с доверительной вероятностью на уровне 95%.

Равномерность распределения данных проверена по тесту Шапиро-Уилка. Данные распределены ненормально, что предполагает проведение оценки направленности и выраженности различий между вариантами опытов по приживаемости с использованием непараметрического статистического теста (Т-критерий Уилкоксона) с использованием программного обеспечения Statistica 10.0.

Результаты и их обсуждение

Для лучшего срастания окулянта с подвоем важно не только соблюдение сроков прививки, но и климатические показатели (средняя температура воздуха, влажность), регистрирующиеся в момент ее проведения. Действие факторов среды оказывает особенно выраженное влияние в течение двух недель после проведения окулировки до момента снятия обвязочного материала.

На момент проведения и срастания прививки динамика температуры оставалась относительно постоянной и укладывалась в диапазон от $+20^{\circ}\text{C}$ до $+30^{\circ}\text{C}$. Колебание влажности имело размах от 40 до 74% (рис. 1).

Максимально высокая среднесуточная температура воздуха и минимальные показатели влажности зарегистрированы 15 июля, то есть на следующий день после проведения окулировки. Температурный минимум и максимальная влажность отмечены 26 июля.

По линиям тренда, отображенным на графике для каждого климатического параметра, можно отметить повышение влажности и понижение температуры среды в момент проведения прививок. В анализируемый период средние значения температуры составляли $24 \pm 2^{\circ}\text{C}$, влажности – $56 \pm 11\%$. При этом температура была относительно постоянной в момент срастания, что подтверждается низким значением коэффициента вариации, равным 9%, а значение влажности изменялось в средней степени ($C_v = 20\%$). В целом можно сделать вывод о том, что климатические условия в период срастания трансплантата с подвоем на территории города Оренбурга были оптимальными.

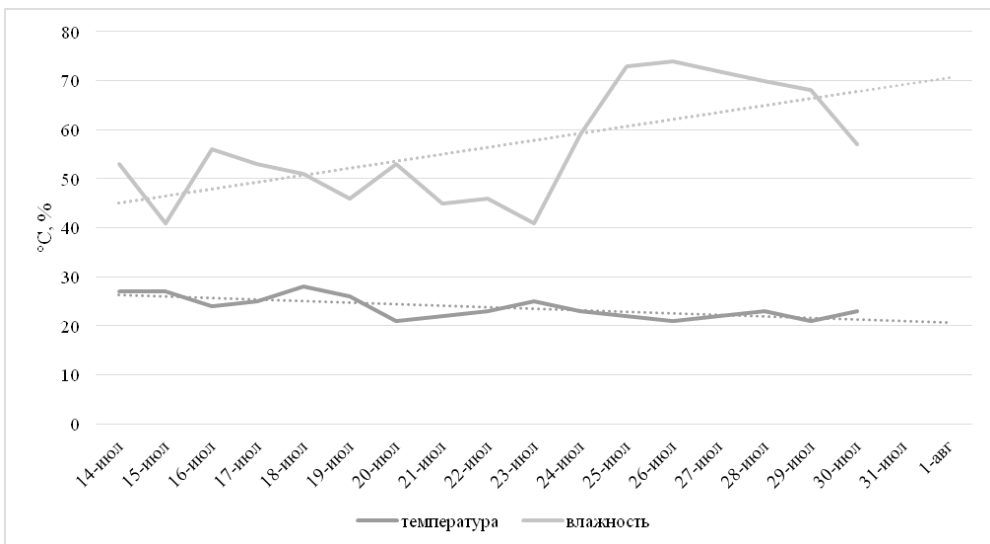


Рис. 1. Динамика температуры и влажности в период срастания прививок

Максимальные показатели приживаемости ($73\pm 3\%$) для сорта ‘Aucubaefolia’ отмечены на вегетативном подвое сирени обыкновенной (*S. vulgaris*), минимальные ($23\pm 8,6\%$) – на семенном подвое сирени венгерской (*S. josikea*) (рис. 2).

У сортов ‘Sensation’ и ‘Congo’ наблюдаются сходные показатели приживаемости на исследуемых подвоях. Максимальные значения приживаемости отмечены на порослевом подвое сирени обыкновенной (*S. vulgaris*): 100% и $93\pm 2\%$ соответственно. Сходные данные были получены в результате исследований приживаемости сорта ‘Sensation’ в условиях г. Мичуринска на подвоях сирени обыкновенной (*S. vulgaris*) [10].

На семенных подвоях сирени венгерской (*S. josikea*) и сирени обыкновенной (*S. vulgaris*) приживаемость вышеуказанных сортов значительно ниже. В варианте опыта с использованием семенных подвоев *S. josikea* приживаемость составила немногим более $40\pm 10\%$, что значительно ниже, чем полученные результаты других авторов в климатических условиях Тамбовской области для сорта ‘Sensation’ [10].

Оценивая средние показатели приживаемости сортов ‘Congo’ и ‘Sensation’ в условиях Оренбуржья, можно отметить лучшую приживаемость последнего при использовании подвоев сирени обыкновенной (*S. vulgaris*) (рис. 3).

Окулянты сорта ‘Marc Micheli’ прижились полностью на семенном и вегетативном подвоях сирени обыкновенной (*S. vulgaris*). Этот сорт демонстрирует максимальную приживаемость при использовании подвоев сирени обыкновенной (*S. vulgaris*). Приживаемость на семенном подвое сирени венгерской (*S. josikea*) равна $40\pm 12\%$, как и у сортов ‘Sensation’ и ‘Congo’ (рис. 4).

Сорт ‘Miss Canada’ является культиваром гибрида сирени Престон (*S. × prestoniae*), полученным в результате скрещивания сирени пониклой (*Syringa komarowii* subsp. *reflexa*) и сирени мохнатой (*Syringa villosa* С.К. Schneid.). Данный сорт демонстрирует отличные от культиваров сирени обыкновенной (*S. vulgaris*) параметры приживаемости на исследуемых типах подвоев.

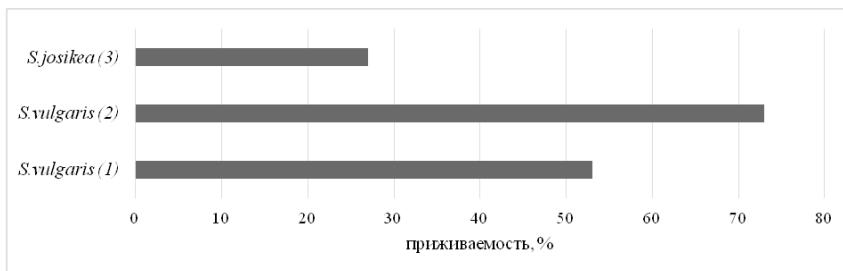


Рис. 2. Приживаемость сорта ‘Aucubaefolia’ в разных вариантах опыта

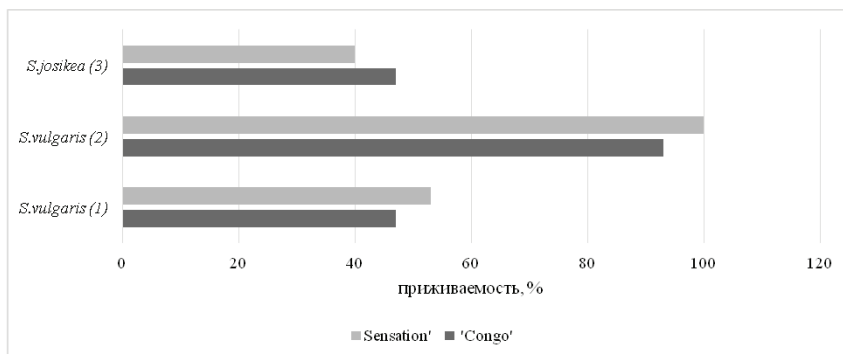


Рис. 3. Приживаемость сортов ‘Sensation’ и ‘Congo’ в разных вариантах опыта

Максимальные показатели приживаемости у данного сорта отмечены при прививке на семенной подвой сирени венгерской (*S. josikea*) и составляют $50 \pm 15\%$. В целом приживаемость данного сорта независимо от подвоя гораздо ниже, чем у других исследуемых сортов. Однако и у данного сорта сохраняется тенденция более высоких показателей приживаемости прививок на вегетативном подвое сирени обыкновенной (*S. vulgaris*) (около $30 \pm 6\%$) в отличие от семенных подвоев данного вида ($13 \pm 8\%$) (рис. 5).

Предположительно данный факт можно объяснить систематическим положением материнских растений культиваров: сирени Престон (*S. × prestoniae*) и сирени обыкновенной (*S. vulgaris*). Сирень мохнатая (*S. villosa*) и сирень пониклая (*S. reflexa*), являющиеся родительскими формами сирени Престон (*S. × prestoniae*), принадлежат секции волосистые сирени (*Villosae* C.K. Schneid.), а сирень обыкновенная (*S. vulgaris*) принадлежит секции настоящие сирени (*Syringa* C.K. Schneid.). Вероятно, для увеличения показателей приживаемости прививок следует осуществлять подбор подвоев, систематически соответствующих материнскому виду (или родительским формам гибридов), а не близких по систематическому положению таксонов.

Также стоит отметить, что мощность развития оккулянтов, являющихся культиварами сирени обыкновенной (*S. vulgaris*), на семенных и вегетативных подвоях сирени обыкновенной (*S. vulgaris*) лучше, чем на семенных подвоях сирени венгерской (*S. josikea*), за исключением гибридного культивара сирени Престон (*S. × prestoniae*) 'Miss Canada', демонстрирующего обратную тенденцию.

Ввиду явных различий по уровню приживаемости сортов-культиваров сирени обыкновенной (*S. vulgaris*) и позднего гибрида сирени Престон (*S. × prestoniae*) 'Miss Canada' оценка изменчивости данного параметра по вариантам опыта проведена для группы сортов сирени обыкновенной (*S. vulgaris*) в совокупности и сирени Престон (*S. × prestoniae*) 'Miss Canada' отдельно. Степень изменчивости величины приживаемости сортов на вегетативном подвое сирени обыкновенной (*S. vulgaris*) – средняя ($C_v = 14\%$), что позволяет констатировать высокую приживаемость у всех исследуемых сортов во всех повторностях. На семенных подвоях сирени венгерской (*S. josikea*) приживаемость – самая низкая по повторностям и изменяется в высокой степени (C_v принимает значение до 22%).

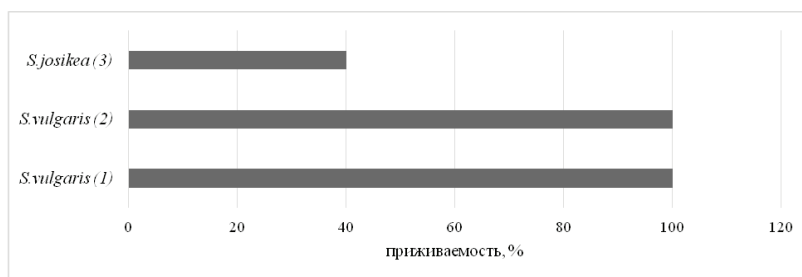


Рис. 4. Приживаемость сорта 'Marc Micheli' в разных вариантах опыта

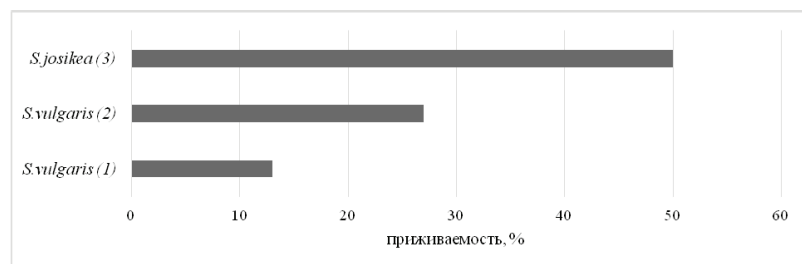


Рис. 5. Приживаемость сорта 'Miss Canada' в разных вариантах опыта

Приживаемость позднего гибрида сирени Престон (*S. × prestoniae*) ‘Miss Canada’ при использовании как семенного, так и вегетативного подвоя сирени обыкновенной (*S. vulgaris*), – стабильно низкая ($C_v = 4\%$). В опыте с использованием семенных подвоев сирени венгерской (*S. josikea*) приживаемость является стабильной и достаточно высокой.

Для более глубокого анализа с целью обоснования выбора подвоя для прививки сортов-интродуцентов сирени в условиях Оренбургской области составлена матрица на основе усредненных данных по приживаемости всех исследуемых окулянтов в трех вариантах опыта. Чем ближе уровень «median» к центру статистически эффективного периода («25–75%»), тем более значимыми являются показатели приживаемости прививок при выборе конкретного подвоя (рис. 6).

В нашем случае вегетативный подвой сирени обыкновенной (*S. vulgaris*) позволил достичь более значимых показателей приживаемости – в среднем $92 \pm 12\%$. «Median» стремится к центру эффективного периода, что говорит о стабильно высоких показателях приживаемости всех исследуемых сортов при использовании данного подвоя. Минимальная приживаемость сортов ($40 \pm 8\%$) достигается при использовании семенного подвоя сирени венгерской (*S. josikea*), и значения приживаемости находятся на нижней границе эффективного периода. Это позволяет подтвердить факт того, что использование данного подвоя для прививки сортов является малоэффективным с точки зрения увеличения выхода посадочного материала. При использовании семенного подвоя сирени обыкновенной (*S. vulgaris*) приживаемость сортов выше, чем в предыдущем варианте опыта ($53 \pm 12\%$), и показатель «Median» находится на верхней границе эффективного периода. Поэтому использование семенных подвоев сирени обыкновенной (*S. vulgaris*) с целью увеличения выхода посадочного материала является более эффективным, чем использование семенного подвоя сирени венгерской (*S. josikea*).

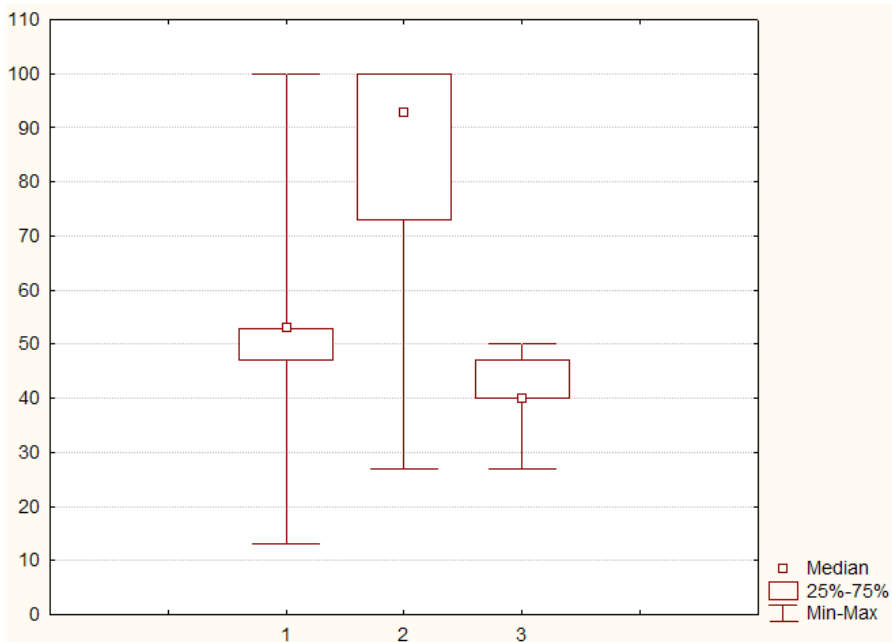


Рис. 6. Матрица приживаемости прививок на семенном подвое *S. vulgaris* (1), на вегетативном подвое *S. vulgaris* (2), на семенном подвое *S. josikea* (3) (по горизонтали – вариант опыта; по вертикали – приживаемость, %)

В ходе статистической обработки данных по приживаемости сортов сирени по критерию Уилкоксона установлены значимые различия только между показателями приживаемости сортов на вегетативном подвое *S. vulgaris* и семенных подвоях *S. josikea*. Сращение окулянтов на вегетативном подвое *S. vulgaris* достоверно выше ($p\text{-level} = 0,04$ при $p \ll 0,05$). Приживаемость на семенном и вегетативном подвое *S. vulgaris* не имеет статистической значимости. Это позволяет сделать вывод о том, что можно использовать оба типа подвоя с равным успехом.

Статистический анализ с использованием критерия Уилкоксона показал зависимость (на уровне значимости $p \ll 0,05$) приживаемости прививок исследуемых сортов на вегетативном подвое *S. vulgaris* от температуры и влажности среды. Также установлено, что показатели приживаемости прививок на семенном подвое *S. vulgaris* зависят от температуры, но не зависят от влажности в момент сращения подвоя и привоя. Статистический анализ не выявил зависимость приживаемости прививок на семенном подвое *S. josikea* ни от температуры, ни от влажности (табл. 1).

Таблица 1

Определение зависимости приживаемости прививок от некоторых климатических параметров в период сращения

| Подвой \ Параметры среды | Температура, °C | Влажность, % |
|-----------------------------------|-----------------|--------------|
| <i>S. vulgaris</i> (семенной) | 2,8*/0,05** | 0,2/0,81 |
| <i>S. vulgaris</i> (вегетативный) | 1,5/0,05 | 1,7/0,05 |
| <i>S. josikea</i> (семенной) | 0,3/0,81 | 0,5/0,71 |

*Жирным шрифтом выделены статистически значимые величины.

**Значение Т-критерия/уровень значимости.

Выводы

1. В условиях Оренбуржья лучшая приживаемость при летней окулировке зарегистрирована у сорта ‘Sensation’ на вегетативном подвое сирени обыкновенной (*S. vulgaris* L.) и сорта ‘Marc Micheli’ – на семенном и вегетативном подвое сирени обыкновенной (*S. vulgaris* L.), равная 100%. Минимальная приживаемость регистрируется у сорта сирени Престон (*S. × prestoniae* McKelvey) ‘Miss Canada’ на семенном подвое сирени обыкновенной (*S. vulgaris* L.) (13%).

2. Для достижения эффективных показателей приживаемости сортов сирени в условиях Оренбуржья целесообразно в качестве подвоя использовать укорененную вегетативную поросль сирени обыкновенной (*S. vulgaris* L.). Малоэффективным с точки зрения выхода посадочного материала является использование семенных подвоев сирени венгерской (*S. josikea* J. Jacq. ex Rchb.).

3. Приживаемость прививок культиваров сирени способом летней окулировки в условиях Оренбуржья при использовании в качестве подвоя укорененной вегетативной поросли сирени обыкновенной (*S. vulgaris* L.) достоверно выше ($p\text{-level} = 0,04$ при $p \ll 0,05$). Однако для достижения максимальных показателей приживаемости рекомендуется осуществлять подбор подвоя для каждого конкретного сорта отдельно.

4. Приживаемость прививок на вегетативном подвое сирени обыкновенной (*S. vulgaris* L.) зависит от температуры и влажности среды. При использовании в качестве подвоя сирени венгерской (*S. josikea* J. Jacq. ex Rchb.) анализируемые климатические параметры на оказывают влияния на сращение подвоя и привоя.

Библиографический список

1. Wang Y.A., Lu Y., Li L., Li J., You H., Zang Y., Zhang S., Wang Y., Ye J., Lv Z., Zhang Z. Chromosome-level genome of *Syringa oblata* provides new insights into chromosome formation in Oleaceae and evolutionary history of lilacs // *Plant J.* – 2022. DOI: 10.1111/tpj.15858.
2. Полякова Н.В. Виды сирени и перспективы их использования в озеленении в Республике Башкортостан // *Плодоводство и ягодоводство России.* – 2020. – Т. 58. – С. 58–65. DOI: 10.31676/2073-4948-2019-58-58-65.
3. Карпунин М.Ю., Абрамчук А.В. Особенности применения сирени в ландшафтном дизайне // *Аграрное образование и наука.* – 2020. – № 2. – С. 7. EDN: AFPDBJ.
4. Gao J.Q., Jiao S.G., Ma J.Y., Liu J., Chai X.Y. Advances on terpenoids from genus *Syringa* // *Zhongguo Zhong Yao Za Zhi.* – 2020. DOI: 10.19540/j.cnki.cjcm.20200220.203.
5. Nybom H., Lācis G. Recent Large-Scale Genotyping and Phenotyping of Plant Genetic Resources of Vegetatively Propagated Crops // *Plants (Basel).* – 2021. DOI: 10.3390/plants10020415.
6. Суркова О.А. Микрклональное размножение сирени // *Современное состояние садоводства Российской Федерации, проблемы отрасли и пути их решения.* – 2020. – С. 87–91. EDN: SRSZJC.
7. Gautier A.T., Chambaud C., Brocard L., Ollat N., Gambetta G.A., Delrot S., Cokson S.J. Merging genotypes: graft union formation and scion-rootstock interactions // *J Exp Bot.* – 2019. DOI: 10.1093/jxb/ery422.
8. Nawaz M.A., Imtiaz M., Kong Q., Cheng F., Ahmed W., Huang Y., Bie Z. Grafting: A Technique to Modify Ion Accumulation in Horticultural Crops // *Front Plant Sci.* – 2016. DOI: 10.3389/fpls.2016.01457.
9. Rasool A., Mansoor S., Bhat K.M., Hassan G.I. Mechanisms Underlying Graft Union Formation and Rootstock Scion Interaction in Horticultural Plants // *Front Plant Sci.* – 2020. DOI: 10.3389/fpls.2020.590847.
10. Богданов О.Е., Богданов П.Е., Никитин А.Е. Изучение вегетативных способов размножения рода сирень (*Syringa*) // *Наука и образование.* – 2020. – Т. 3, № 3. – С. 245. EDN: MUDDCS.
11. Бгашев В.А. Результаты трансплантации сирени обыкновенной, китайской и амурской на бирючину обыкновенную // *Пермский аграрный вестник.* – 2015. – № 2 (10). – С. 61–65. EDN: TXMRKN.
12. Окунева И.Б. Условия эффективности прививки сирени, ее актуальность и роль в интродукции сортов // *Syringa L.: коллекции, выращивание, использование.* – 2020. – С. 108–109. EDN: BPNSBR.
13. Назарова Н.М. Наиболее перспективные способы вегетативного размножения сортов сирени обыкновенной в условиях сухостепной зоны Оренбургского Предуралья (на примере г. Оренбурга) // *Фундаментальные исследования.* – 2014. – № 11–5. – С. 1071–1075. EDN: СЕФОЙ.
14. Lendvay B., Kadereit J.W., Westberg E., Pedryc C., Höhn A., Cornejo M. Phylogeography of *Syringa josikaea* (Oleaceae): Early Pleistocene divergence from East Asian relatives and survival in small populations in the Carpathians // *Biol. J. Linn. Soc.* DOI: 10.1111/bij.12499.
15. Бальков О.Ф. Природное наследие Оренбурга в конце XX века. – Оренбург: Изд-во ОГАУ, 2008. – 381 с.
16. Засоба В.В., Баякина Н.Н. Дендрофлора искусственных лесных массивов степной зоны юга России // *Инженерная биология в современном мире.* – 2013. – С. 25–29. EDN: TSPHEB.

17. Круглова К.Н. Использование сирени обыкновенной (*Syringa vulgaris* L.) в озеленении городов // *Syringa* L.: коллекции, выращивание, использование. – 2020. – С. 76–79. EDN: KTUCED.

18. Семёнов Е.А. Природно-ресурсный потенциал региона: эколого-экономический аспект хозяйственного освоения // *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. – 2015. – № 1 (51). – С. 199–202. EDN: ТККЫКВ.

THEORETICAL AND PRACTICAL JUSTIFICATION
OF ROOTSTOCK SELECTION IN VEGETATIVE REPRODUCTION
OF INTRODUCED SPECIES OF THE GENUS *SYRINGA* L. (OLEACEAE)
IN THE CONDITIONS OF THE ORENBURG REGION

N.M. NAZAROVA

(Orenburg State University)

*The proper selection of rootstock and graft combinations in lilac introducers, in order to take full advantage of grafting, requires a thorough understanding of the synergy of cultivar-rootstock combinations, as well as the identification of factors that may influence this process. The article analyzes the results of three grafting experiments using *Syringa vulgaris* L. and *Syringa josikaea* J. Jacq. ex Rchb. seedlings and vegetative rootstocks (rooted shoots) of *Syringa vulgaris* L. as rootstocks. The grafting material was the dormant buds of four highly ornamental cultivars of *S. vulgaris* L. – ‘Aucubaefolia’, ‘Sensation’, ‘Marc Micheli’, ‘Congo’ and the late hybrid *Syringa* × *prestoniae* McKelvey ‘Miss Canada’. It was found that the survival rate of cultivars on a particular rootstock may depend on the systematic affiliation of the mother plants of the cultivars. The best survival rate among all studied cultivars in the climatic conditions of the Orenburg region is achieved when using rooted vegetative shoots of *S. vulgaris* as a rootstock (over 90%), the worst – on the seed rootstock of *S. josikaea* J. Jacq. ex Rchb. (up to 40%). The influence of the ambient temperature and humidity at the time of oculant fusion on the survival rate of grafts using *S. vulgaris* L. vegetative rootstock has been demonstrated (Wilcoxon T-test, statistical significance level $p \ll 0.05$). It is recommended to select the rootstock individually for each cultivar in order to achieve maximum survival rates of lilac cultivars in the climatic and geographical conditions of the Orenburg region and/or regions with similar conditions.*

*Keywords: vegetative reproduction, graft, rootstock, inoculation, introducer, *Syringa* L.*

References

1. Wang Y.A., Lu Y., Li L., Li J., You H., Zang Y., Zhang S., Wang Y., Ye J., Lv Z., Zhang Z. Chromosome-level genome of *Syringa oblata* provides new insights into chromosome formation in Oleaceae and evolutionary history of lilacs. *Plant J.* 2022. <https://doi.org/10.1111/tpj.15858>
2. Polyakova N.V. Lilac species recommended for greening in the Republic of Bashkortostan. *Pomiculture and small fruits culture in Russia*. 2019;58:58–65. (In Russ.) <https://doi.org/10.31676/2073-4948-2019-58-58-65>
3. Karpukhin M.Yu., Abramchuk A.V. Application features lilac in landscape design. *Agrarnoe obrazovanie i nauka*. 2020;2:7. (In Russ.)
4. Gao J.Q., Jiao S.G., Ma J.Y., Liu J., Chai X.Y. Advances on terpenoids from genus *Syringa*. *Zhongguo Zhong Yao Za Zhi*. 2020;45(10):2343–2352. <https://doi.org/10.19540/j.cnki.cjcm.20200220.203>
5. Nybom H., Lācis G. Recent Large-Scale Genotyping and Phenotyping of Plant Genetic Resources of Vegetatively Propagated Crops. *Plants (Basel)*. 2021;10(2):415. <https://doi.org/10.3390/plants10020415>

6. *Surkova O.A.* Microclonal lilac propagation. *Sovremennoe sostoyanie sadovodstva Rossiyskoy Federatsii, problemy otrasli i puti ikh resheniya*. 2020:87–91. (In Russ.)
7. *Gautier A.T., Chambaud C., Brocard L., Ollat N., Gambetta G.A., Delrot S, Coakson S.J.* Merging genotypes: graft union formation and scion-rootstock interactions. *J Exp Bot*. 2019;70(3):747–755. <https://doi.org/10.1093/jxb/ery422>
8. *Nawaz M.A., Imtiaz M, Kong Q, Cheng F, Ahmed W, Huang Y, Bie. Z.* Grafting: A Technique to Modify Ion Accumulation in Horticultural Crops. *Front Plant Sci*. 2016;7. <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.01457>
9. *Rasool A., Mansoor S., Bhat K.M., Hassan G.I.* Mechanisms Underlying Graft Union Formation and Rootstock Scion Interaction in Horticultural Plants. *Front Plant Sci*. 2020;11. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.590847>
10. *Bogdanov O.E., Bogdanov R.E., Nikitin A.E.* Study of vegetative methods of propagation of the genus lilac (*Syringa*). *Nauka i Obrazovanie*. 2020;3(3):245. (In Russ.)
11. *Bgashev V.A.* Effect of transplantation of *Syringa Vulgaris* L, *S. x chinensis* Willd and *S.amurensis* Rupr on *Ligustrum vulgare* L. *Perm Agrarian Journal*. 2015;2(10):61–65. (In Russ.)
12. *Okuneva I.B.* Conditions lilac grafting efficiency, its importance and role in the introduction of varieties. *Syringa L.: kollektzii, vyrashchivanie, ispol'zovanie*. 2020:108–109. (In Russ.)
13. *Nazarova N.M.* The most promising options for vegetative propagation of the common lilac variety are in the dry steppe zone of the Orenburg Cis-Urals (according to the Orenburg principle). *Fundamental Research*. 2014;11(5):1071–1075. (In Russ.)
14. *Lendvay B., Kadereit J.W., Westberg E. Pedryc C., Höhn A., Cornejo M.* Phylogeography of *Syringa josikaea* (Oleaceae): Early Pleistocene divergence from East Asian relatives and survival in small populations in the Carpathians. *Biol. J. Linn*. 2016;119(3):689–703. <https://doi.org/10.1111/bij.12499>
15. *Balykov O.F.* *Natural heritage of Orenburg at the end of the twentieth century*. Orenburg: Izd-vo OGAU. 2008:381. (In Russ.)
16. *Zasoba V.V., Bayakina N.N.* Dendroflora of artificial forests of the steppe zone of southern Russia. *Inzhenernaya biologiya v sovremennom mire*. 2013:2529. (In Russ.)
17. *Kruglova K.N.* The use of common lilac (*Syringa vulgaris* L.) in urban landscaping. *Syringa L.: kollektzii, vyrashchivanie, ispol'zovanie*. 2020:7679. (In Russ.)
18. *Semyonov E.A.* Natural resource potential of the region: ecological and economic aspects of economic development. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2015;1(51):199–202. (In Russ.)

Сведения об авторе

Назарова Наталья Михайловна, канд. биол. наук, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный университет»; 460018, Российская Федерация, г. Оренбург, пр-кт Победы, 13; e-mail: Nazarova-1989@yandex.ru; тел.: (922) 897-58-85

About the authors

Natalya M. Nazarova, CSc (Bio), Orenburg State University (13 Pobedy Ave., Orenburg, 460018, Russian Federation; phone: (922) 897-58-85; e-mail: Nazarova-1989@yandex.ru)

ВЫЯВЛЕНИЕ ВОЗБУДИТЕЛЯ БАКТЕРИАЛЬНОГО ОЖОГА СОИ *PSEUDOMONAS SAVASTANOI* PV. *GLYCINEA* В СЕМЕНАХ МЕТОДОМ ПЦР

Р.И. ТАРАКАНОВ¹, И.М. ИГНАТЬЕВА², О.О. БЕЛОШАПКИНА¹,
С.И. ЧЕБАНЕНКО¹, О.Г. КАРАТАЕВА¹, Ф.С. ДЖАЛИЛОВ¹

(¹Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева;
²Всероссийский центр карантина растений)

В статье описано применение метода классической ПЦР для диагностики возбудителя бактериального ожога сои *Pseudomonas savastanoi* pv. *glycinea* в семенах. Изучены 2 метода выделения патогена из инфицированных семян сои, 5 методов выделения ДНК и 2 мастер-микса для приготовления реакционной смеси. Использование тест-системы на основе ПЦР с олигонуклеотидами, специфичными на ген коронафакат-лигазы (*cfl*), позволило диагностировать возбудителя бактериального ожога сои в семенах при концентрации 2×10^3 КОЕ/мл. Аналитическая специфичность протокола составила 97,4% из 37 протестированных близкородственных и других бактерий. Показано, что выход продукта (площадь пика ампликона) был максимальным (645,0 ед.) при выделении ДНК при помощи набора Проба-ГС, использовании мастер-микса 5x MasDDTaqMIX-2025 и праймеров *PsgFOR-1* и *PsgREV-2* по 10 нМ на реакцию (25 мкл).

Ключевые слова: соя, бактериальный ожог сои, *Pseudomonas savastanoi* pv. *glycinea*, фитоэкспертиза семян, ПЦР.

Введение

Соя (*Glycine max* (L.) Merr.) является важнейшей зернобобовой культурой в мире. Общий урожай ее семян в России в 2022 г. достиг 6,3 млн т, что на 22,6% больше, чем в 2021 г. [1]. Болезни значительно снижают потенциальную урожайность культуры и уменьшают сбор масла и белка. В глобальном масштабе финансовые потери по причине болезней сои в среднем составляют около 10% от стоимости урожая [2]. Возрастает экономический ущерб от бактериальных заболеваний, особенно когда зараженность семян выше экономического порога вредоносности сочетается с погодными условиями, благоприятными для развития патогенов [3, 4].

Одним из наиболее известных и вредоносных заболеваний сои бактериальной этиологии является бактериальный ожог, или бактериальная пятнистость (возбудитель – *Pseudomonas savastanoi* pv. *glycinea* (Coerper, 1919; Gardan et al., 1992) (далее – *Psg*). Заражению *Psg* подвержены все надземные органы сои. Первые симптомы поражения проявляются, как правило, на листьях среднего яруса [5, 6]. При наступлении благоприятных условий болезнь распространяется на все растение включая бобы. У пораженных растений снижение урожайности может достигать 40%, при этом ухудшаются посевные качества семян, уменьшается содержание масла и белка в зерне [7, 8].

Распространение бактерий на новые территории в связи с интенсификацией производства сои в стране возможно с семенным материалом, в котором инфекция может находиться в латентном состоянии и в благоприятных условиях способна вызывать эпифитотию данного заболевания сои [10]. Среди профилактических мер защиты от бактериальных болезней первоочередной является фитосанитарная диагностика, позволяющая не допустить распространения патогена в новые регионы [9]. В связи с этим особую актуальность приобретают высокочувствительные методы

фитосанитарной экспертизы, из которых наиболее перспективным и подходящим для массовой диагностики является метод ПЦР, описанный в ряде зарубежных источников [11].

Bereswill с коллегами [12] для диагностики патовариантов *Pseudomonas syringae* предложил использовать ген, кодирующий синтез коронафакат-лигазы (*cfl*). Этот фермент является компонентом синтеза фитотоксина коронатина, который необходим для инициации патогенеза в растении. Данные олигонуклеотиды хорошо себя зарекомендовали для предварительной диагностики Psg [5]. Однако для совершенствования методики тестирования и повышения достоверности массовой диагностики необходима разработка рекомендаций по пробоподготовке и проведению апробации различных тест-систем. Актуальность исследования также обусловлена трудностью и высокой стоимостью получения импортных реактивов для проведения фитосанитарного анализа.

Цель исследований: усовершенствование процедуры пробоподготовки при проведении анализа семян сои на наличие возбудителя бактериального ожога в семенах сои методом классической ПЦР с использованием отечественных реактивов.

Материал и методы исследований

Условия для проведения ПЦР. В качестве праймеров для проведения реакции использовали олигонуклеотиды PsgFOR-1 ('5-GGC GCT CCC TCG CAC TT-3') и PsgREV-2 ('5-GGT ATT GGC GGGGGT GC-3'), специфичные для гена *cfl* и образующие продукт размером ~650 п.н. [12]. Для амплификации готовили ПЦР-смесь, состоящую из 5x Master Mix (5x MasDDTaqMIX-2025, Диалат, ЛТД) – 5 мкл; 1,0 мкл каждого праймера в концентрации 10 пМ/мкл; 5 нг ДНК – 5 мкл; воды для ПЦР – 13 мкл. Конечный объем смеси составлял 25 мкл. Условия амплификации были следующими: предварительная денатурация при температуре 96°C – 10 мин; денатурация при 96°C – 30 с; отжиг праймеров при 67°C – 2 мин; элонгация при 72°C – 30 с, 40 циклов; финальная элонгация при 72°C – 5 мин.

Определение чувствительности и специфичности. Для определения чувствительности ПЦР колонии 3-дневной культуры штамма Psg CFBR 2214 [13], выращенной на среде Кинга Б, суспендировали в стерильном 10 мМ растворе MgCl₂ и проводили десятикратное разведение. 100 мкл суспензии из каждого разведения высевали в трех повторностях на среду Кинга Б и инкубировали в течение 72 ч, после чего проводили подсчет колоний. Параллельно из каждого разведения выделяли ДНК с помощью набора «Проба-ГС» («ООО ДНК-Технология», Москва, Россия) и амплифицировали согласно программе, представленной ранее. Реакцию осуществляли в амплификаторах «T100 Thermal Cycler Bio-RAD» (Applied Biosystems, США) и «Nyxtechnik» ATC 201 (Nyx Technik, Inc., США). Электрофоретическое разделение ампликонов проводили в 0,5-кратном буфере TBE в присутствии бромистого этидия. Визуализацию провели с помощью системы документирования гелей Gel DocXR+ (Bio-Rad, США). Повторность эксперимента – двукратная.

Для определения специфичности использовали ДНК близкородственных и других видов эндофитных и фитопатогенных бактерий, хранящихся в биоресурсных коллекциях Всероссийского центра карантина растений (Быково, Россия) и кафедры защиты растений Российского государственного аграрного университета – МСХА имени К.А. Тимирязева (Москва, Россия). Исследовали ДНК следующих бактерий: *Pseudomonas congelans*, *Pseudomonas syringae* pv. *syringae*, *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*, *Pectobacterium carotovorum* subsp. *odoriferum*, *Pectobacterium wasabiae*, *Pseudomonas fuscovaginae*, *Pseudomonas* sp. (выделенный из моркови), *Pseudomonas*

sp. (выделенный из гороха), *Pseudomonas azotoformans*, *Pseudomonas syringae*, *Pseudomonas hibiscicola*, *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens*, *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *oortii*, *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *poinsettiae*, *Pseudomonas savastanoi* pv. *phaseolicola*, *Pseudomonas savastanoi* pv. *phaseolicola*, *Pseudomonas savastanoi* pv. *glycinea*, *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli*, *Clavibacter michiganensis* subsp. *nebraskensis*, *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*, *Pseudomonas fluorescens*, *Pseudomonas syringae* pv. *aptata*, *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* (*Pseudomonas holci*), *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*, *Pseudomonas graminis*, *Xanthomonas* sp. (выделенный из клевера), *Pseudomonas* sp. (выделенный из гороха), *Pseudomonas* sp. (выделенный из кукурузы), *Pseudomonas* sp. (выделенный из сои), *Pseudomonas syringae* pv. *syringae*, *Pseudomonas* sp. (выделенный из плодовых деревьев), *Pseudomonas* sp. (выделенный из фасоли обыкновенной), *Pseudomonas corrugata*, *Pseudomonas baetica*, *Pseudomonas* sp. (выделенный из плодовых деревьев), *Pseudomonas nitroreducens*, *Pseudomonas syringae* pv. *maculicola*, *Pseudomonas* sp. (выделенный из плодовых деревьев). Условия проведения ПЦР были аналогичными вышеуказанным.

Искусственное заражение семян. Семена сои сорта Касатка были инокулированы в соответствии с протоколом Rooney et al. [14] с изменениями. Для этого трехдневную культуру штамма CFBR 2214 выращивали при температуре 18°C на среде Кинга Б, колонии ресуспендировали в стерильном 10 mM MgCl₂ и доводили концентрацию до OD₆₀₀ ~ 0,2, что соответствовало концентрации ~10⁴ КОЕ/мл. Семена переносили в стерильную колбу и заливали бактериальной суспензией до полного погружения семян. Однократно (в варианте с поверхностной локализацией патогена) семена оставляли на 1 ч в растворе и затем высушивали в течение 24 ч на бумажных полотенцах. В варианте с внутренней локализацией колбу с семенами и бактериальной суспензией помещали в вакуумную камеру при -10⁵ Па на 10 мин. Обработанные семена высушивали в течение 24 ч на бумажных полотенцах для удаления лишней жидкости и далее промывали однократно в растворе спирта, и трехкратно – в стерильной воде.

Определение оптимального метода выделения патогена из семян. Для определения оптимального метода экстракции патогена из семян использовали следующие варианты: 1) встряхивание семян с буфером на шейкере; 2) разрушение семян в буфере, рекомендованном для выделения *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* из семян фасоли [15]. Для первого метода 200 г искусственно зараженных семян сои с внутренней и поверхностной локализацией инфекции помещали в колбу, заливали 300 мл SPS-буфера и ставили на шейкер при температуре +4°C на 12 ч при 180 об/мин. При втором методе семена заливали буфером и помещали на 12 ч при +4°C. После набухания семена переносили в пластиковые пакеты и разрушали в гомогенизаторе BagMixer 400R в течение 300 с. В обоих случаях суспензию фильтровали на стерильных ватных фильтрах, центрифугировали при 8000 об/мин при +°C, удаляли супернатант, а осадок ресуспендировали в 1,5 мл SPS-буфера, центрифугировали при 13000 об/мин и удаляли супернатант. Из полученных экстрактов семян выделяли ДНК с помощью набора Проба-ГС (ООО «ДНК-Технология») в соответствии с инструкцией производителя и проводили амплификацию в соответствии с условиями, приведенными ранее.

Подбор мастер-микса. Для определения оптимальной пары «Метод выделения ДНК-мастер-микс» из экстракта семян с внутренней локализацией инфекции и экстракцией с помощью гомогенизатора ДНК выделяли 5 различными наборами и методами. В качестве вариантов использовали 3 отечественных коммерческих набора: Проба-ГС (ООО «ДНК-Технология»), Фитосорб и Цитосорб (ООО «Синтол») – и сравнивали 2 метода: нагревание в NaOH (так называемый термический метод)

и модифицированный SDS-СТАВ- метод (mSDS-СТАВ). В случае коммерческих наборов следовали инструкциям производителей.

В случае с методом нагревания в NaOH (термического) к экстракту добавляли NaOH до концентрации 50 mM и помещали в твердотельный термостат при температуре 96°C на 10 мин [16]. В случае метода mSDS-СТАВ следовали протоколу [17].

В анализе использовали два мастер-микса: 5x MasDDTaqMIX-2025 (Диалат ЛТД, Москва, Россия) и 5x ScreenMix-HS (Евроген, Москва, Россия). Таким образом, в опыте было проанализировано 10 вариантов (2 мастер-микса x 5 методов выделения ДНК). Подбор объема праймеров осуществляли, варьируя их от 0,5 до 2 мкл на реакцию (при концентрации каждого по 10 пМ/мкл).

Определение оптимального метода выделения ДНК при различной локализации патогена. В эксперименте из экстрактов семян с внутренней и поверхностной локализаций инфекции выделяли ДНК с помощью 5 различных наборов и методов, описанных выше. Количество вариантов эксперимента составило 20 (5 методов выделения x 4 варианта локализации и выделения патогена). После выделения ДНК провели амплификацию при ранее описанных условиях. Анализ графических изображений, полученных в результате электрофоретического разделения ДНК, производили денситометрическим методом с помощью программы IMAGE J2 (National Institute of Health, США) в соответствии с протоколом [18].

Статистическая обработка и визуализация. Статистическую обработку анализируемых данных осуществляли методом дисперсионного анализа с использованием программы Statistica 12.0 (StatSoft, США) путем сравнения средних значений по множественному интервальному тесту Дункана и при помощи теста Крускала-Уоллиса с применением теста множественных сравнений Данна. Графическое представление результатов и первичный статистический анализ проводили с использованием программного обеспечения GraphPad Prism 9.2.0 (GraphPad Software, США).

Результаты и их обсуждение

Определение чувствительности и специфичности протокола. Для определения чувствительности методики проводили ПЦР с использованием серийных разведений суспензии Psg CFBP 2214. Анализ показал, что при использовании коммерческого мастер-микса 5x MasDDTaqMIX-2025 аналитическая чувствительность составила в среднем 2×10^3 КОЕ/мл (рис. 1).

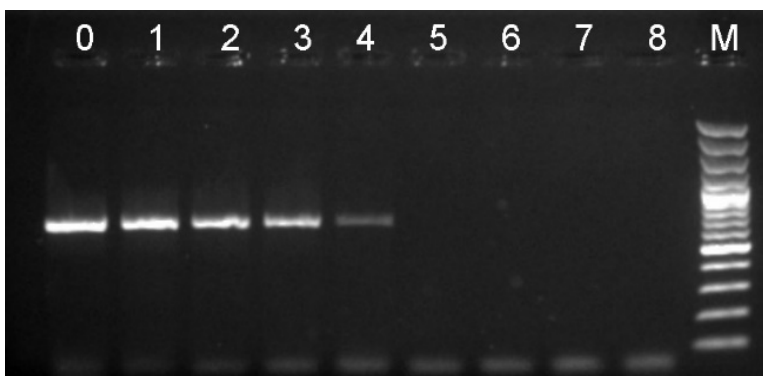


Рис. 1. Электрофореграмма продуктов ПЦР с праймерами PsgFOR-1 и PsgREV-2, где 0– 10^7 КОЕ/мл; 1– 10^6 КОЕ/мл; 2– 10^5 КОЕ/мл; 3– 10^4 КОЕ/мл; 4– 10^3 КОЕ/мл; 5– 10^2 КОЕ/мл; 6– 10^1 КОЕ/мл; 7– 10^0 КОЕ/мл; 8 – отрицательный контроль; М – 100+ bp DNA Ladder (Евроген, Москва, Россия) маркер молекулярного веса

При проверке аналитической специфичности не были отмечены перекрестные реакции праймеров с другими бактериями. У некоторых штаммов было отмечено образование неспецифических ампликонов, размеры которых не соответствовали длине продукта (целевого организма). У одного штамма (*Pseudomonas syringae* pv. *tomato*) продукт по размеру совпадал с размером ампликона исследуемого патогена. Однако с учетом того, что данный патоген инфицирует томат, его присутствие в образцах семян сои является маловероятным, и это согласуется с результатами работ зарубежных коллег [12]. Таким образом, аналитическая чувствительность протокола составила 97,4% из 37 протестированных близкородственных и других бактерий.

Определение оптимального метода выделения патогена из семян. Учитывая, что патоген может находиться как на поверхности, так и под оболочкой семян, необходимо проводить экстракцию путем как смыва с поверхности семян, так и разрушения семян в буфере. По этой причине следовало определить наилучший метод для достижения максимальной площади пика ампликона для внутренней и поверхностной локализации патогена.

Полученные результаты показали, что максимальная площадь пика ампликона была достигнута при поверхностной локализации патогена как при промывке, так и при разрушении семян, при этом площадь пика составила 416,9 и 390,7 соответственно (рис. 2). При внутренней локализации патогена площадь пика была меньшей и составляла в среднем 245,0 и 85,5 ед. при разрушении и смыве семян соответственно. Поэтому в качестве метода выделения патогена из зараженных семян было решено в дальнейшем применять метод разрушения семян в гомогенизаторе.

Анализ результатов эксперимента с использованием ДНК, выделенной 5 различными методами с использованием двух мастер-миксов, показал, что площадь пика была максимальной (645,0 ед.) при выделении ДНК с помощью набора Проба-ГС и использовании мастер-микса 5x MasDDTaqMIX-2025 (рис. 3А).

Подбор мастер-микса. В результате проведения эксперимента по подбору оптимального мастер-микса было обнаружено, что в вариантах с использованием мастер-микса 5x ScreenMix-HS и разных методов выделения ДНК либо целевой ампликон не образовывался, либо площадь пика была очень низкой. Поэтому для дальнейших исследований необходимо выделять ДНК с помощью набора Проба-ГС и использовать мастер-микс 5x MasDDTaqMIX-2025. В то же время при использовании набора Проба-ГС было затрачено минимальное время на выделение ДНК из экстракта семян сои (рис. 3Б).

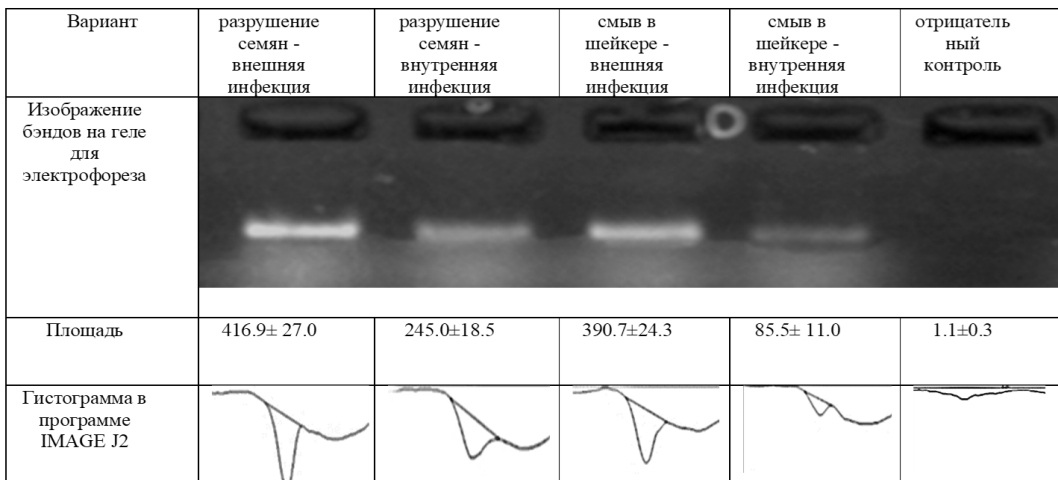


Рис. 2. Графическое представление результатов электрофореза, полученных при обработке в программе IMAGE J2, по вариантам локализации инфекции и методам выделения патогена из семян

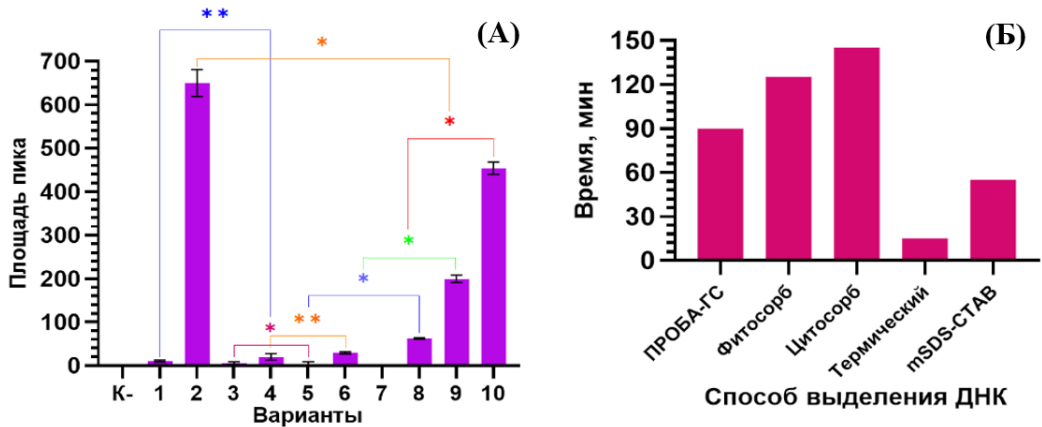


Рис. 3. Значения площади пика в зависимости от метода выделения ДНК и мастер-микса. А: значения ошибок показывают стандартное отклонение в трех повторностях. К – отрицательный контроль (ddH₂O); 1–2 – набор для выделения ДНК Проба-ГС; 3–4 – Фитосорб; 5–6 – Цитосорб; 7–8 – термический; 9–10 – mSDS-СТАВ. Четные варианты – 5x MasDDTaqMIX-2025, нечетные – 5x ScreenMix-HS. Статистические различия оценивались с помощью теста Крускала-Уоллиса с использованием теста множественных сравнений Данна (*Различий нет. **Различия при $p < 0,05$). Б: время выделения ДНК из 3 образцов семян сои разными методами

Подбор объема праймера показал, что наибольшая площадь пика была достигнута при использовании мастер-микса 5x MasDDTaqMIX-2025 в сочетании с 1,0 и 2,0 мкл праймера на реакцию (рис. 4). Учитывая, что площади пиков в этих вариантах статистически не отличались, в дальнейшем использовали праймеры в объеме 1,0 мкл на реакцию (10 пМ на реакцию).

Определение оптимальной схемы диагностики в зависимости от метода выделения, локализации инфекции и способа выделения ДНК. В результате проведения эксперимента по определению оптимальной схемы диагностики показано, что наибольшая площадь пика ампликона была достигнута в варианте с выделением набором Проба-ГС, пробоподготовкой методом разрушения семян в гомогенизаторе и поверхностной локализацией патогена (рис. 5). При этом показано, что продукты амплификации не образовывались при использовании термического метода выделения ДНК. Скорее всего это связано с неполным лизисом клеток при нагревании и, возможно, с попаданием ингибиторов полимеразы в выделяемый раствор ДНК.

Выделение ДНК набором Цитосорб также приводило к низкой степени выхода продукта амплификации. Возможно, это связано с тем, что набор предназначен для выделения ДНК из фитоплазм, а не бактерий. Таким образом, для максимального выхода продукта амплификации и повышения точности диагностики в дальнейшем необходимо использовать пробоподготовку методом разрушения семян в гомогенизаторе и набор для выделения ДНК Проба-ГС.

Для повышения чувствительности и производительности тестирования семян сои на зараженность трудно искореняемым заболеванием (бактериальным ожогом сои) и улучшения достоверности диагностики его возбудителя *Pseudomonas savastanoi* pv. *glycinea* проведены исследования, на основе экспериментальных данных предложены рекомендации по оптимальной пробоподготовке и проведению апробации тест-системы с использованием реактивов отечественного производства.

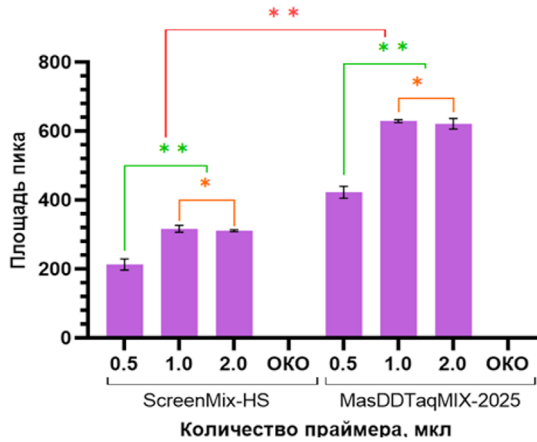


Рис. 4. Значения площади пика в зависимости от количества праймера и варианта мастер-микса при концентрации праймеров 10 пМ/мкл. Значения ошибок показывают стандартное отклонение в трех повторностях. ОКО-отрицательный контрольный образец. Статистические различия оценивали с помощью теста Крускала-Уоллиса с использованием теста множественных сравнений Данна (*Различий нет. **Различия при $p < 0,05$)

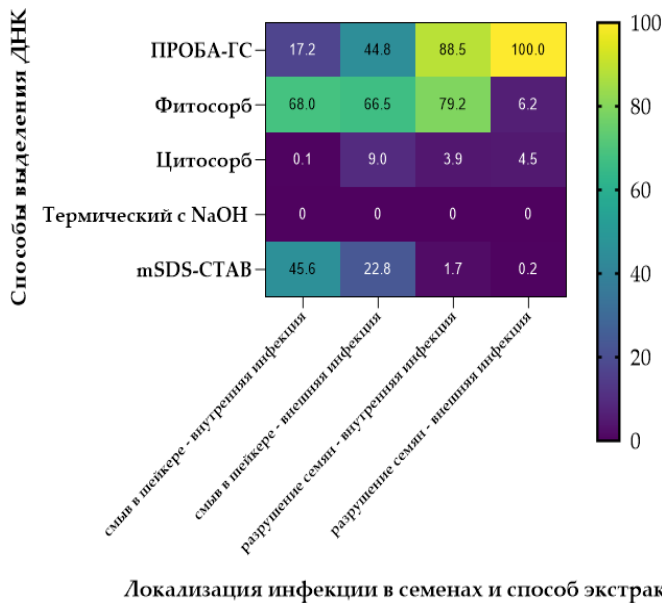


Рис. 5. Значения интенсивности сигнала (процент от максимального значения площади) в зависимости от метода выделения ДНК, локализации инфекции и способа экстракции (столбец справа показывает зависимость интенсивности сигнала от цвета)

Выводы

1. Показано, что использование тест-системы на основе ПЦР с олигонуклеотидами, специфичными на ген коронафакат-лигазы (*cfI*), позволяло диагностировать возбудителя бактериального ожога сои в семенах при концентрации 2×10^3 КОЕ/мл. Аналитическая чувствительность протокола составила 97,4% из 37 протестированных близкородственных и других фитопатогенных и эпифитных бактерий.

2. Максимальная площадь ампликона была достигнута при поверхностной локализации патогена на семенах как при поверхностной промывке, так и при разрушении семян, и составила 416,9 и 390,7 ед. соответственно. При внутреннем заражении площадь пика уменьшалась и составляла в среднем 245,0 и 85,5 ед.

3. Доказано, что при использовании двух мастер-миксов и пяти методов выделения ДНК площадь пика была максимальной (645,0 ед.) при выделении ДНК с помощью набора Проба-ГС и использовании в реакционной смеси мастер-микса 5x MasDDTaqMIX-2025. Оптимизированный протокол диагностики рекомендуется для использования в фитосанитарной экспертизе семян сои на наличие бактериального ожога.

Библиографический список

1. Посевные площади, валовые сборы и урожайность сельскохозяйственных культур в Российской Федерации в 2022 году: Бюллетень / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. – [Электронный ресурс]. – URL: <https://mcx.gov.ru/> (дата обращения: 09.01.2024).

2. Bradley C.A., Allen T.W., Sisson A.J., Bergstrom G.C., Bissonnette K.M. et al. Soybean Yield Loss Estimates Due to Diseases in the United States and Ontario, Canada, from 2015 to 2019 // *Plant Health Progress*. – 2021. – № 4. – Pp. 483–495.

3. Koening S.R., Wrather J.A. Suppression of soybean yield potential in the continental United States by plant diseases from 2006 to 2009 // *Plant Health Progress* – 2010. – № 11 (1). – P. 5.

4. Wrather J.A., Chambers A.Y., Fox J.A., Moore W.F., Sciombato G.L. Soybean disease loss estimates for the southern United States, 1974 to 1994 // *Plant Disease*. – 1995. – Vol. 79. – Pp. 1076–1079.

5. Ignjatov M., Milošević M., Nikolić Z., Vujaković M., Petrović D. Characterization of *Pseudomonas Savastanoi* Pv. *Glycinea* Isolates from Vojvodina // *Phytopathol. Pol.* – 2007. – Vol. 45. – Pp. 43–54.

6. Jagtap D. Bio-efficacy of different antibacterial antibiotic, plant extracts and bio-agents against bacterial blight of soybean caused by *Pseudomonas savastanoi* pv. *glycinea* // *Scientific Journal of Microbiology*. – 2012. – № 1 (1). – Pp. 1–9.

7. Тараканов Р.И., Игнатов А.Н., Джалилов Ф.С. Выделение бактериофагов *Pseudomonas savastanoi* pv. *glycinea* и их использование в защите сои от бактериального ожога // *Известия ТСХА*. – 2020. – № 4. – С. 43–53.

8. Масленникова В.С., Цветкова В.П., Бедарева Е.В., Круговых А.А. Эффективность обработки семян сои биопрепаратом в условиях Западной Сибири // *Аграрная наука-2022: Материалы Всероссийской конференции молодых исследователей, Москва, 22–24 ноября 2022 г.* – М.: Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, 2022. – С. 60–63.

9. Игнатьева И.М., Каримова Е.В. Изучение бактериозов возбудителей болезней зернобобовых культур и разработка методов их диагностики // *Современные подходы и методы в защите растений: Сборник материалов конференции, г. Екатеринбург, 12–14 ноября 2018 г.* – Екатеринбург, 2018. – С. 194–198.

10. Shepherd L.M., Block C.C. Detection of *Pseudomonas savastanoi* pv. *glycinea* in soybean seeds. In: M. Fatmi, R.R. Walcott And N.W. Schaad, eds. *Detection of plant-pathogenic bacteria in seed and other planting material* 2nd ed. St. Paul: The American Phytopathological Society, chap. 13. – 2017.

11. Ciampi-Guillard M., Ramiro J., Moraes M.H.D., Barbieri M.C.G., Massola Junior N.S. Multiplex qPCR assay for direct detection and quantification of *Colletotrichum*

truncatum, *Corynespora cassiicola*, and *Sclerotinia sclerotiorum* in soybean seeds // Plant Disease. – 2020. – Vol. 104, № 11. – Pp. 3002–3009.

12. Bereswill S., Bugert P., Völksch B., Ullrich M., Bender C.L., Geider K. Identification and relatedness of coronatine-producing *Pseudomonas syringae* pathovars by PCR analysis and sequence determination of the amplification products // Appl Environ Microbiol. – 1994. – № 60 (8). – Pp. 2924–2930.

13. Tarakanov R., Shagdarova B., Varlamov V. Dzhililov, F. Biocidal and resistance-inducing effects of chitosan on phytopathogens // E3S Web Conf. – 2021. – № 254. – P. 05007.

14. Rooney W., Laird J., Chowdhury M., MacIntosh C., Deng X., McBride P., Milner J. *Pseudomonas Syringae* Seed Infections. – [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.protocols.io/view/pseudomonas-syringae-seed-infections-ewov18beygr2/v1> (дата обращения: 09.01.2024).

15. EPPO. *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens*. OEPP/EPPO Bull. – 2011. – № 41.

16. Javan mard A., Khaledi K., Asadzadeh N., Solimanifarjam A.R. Detection of polymorphisms in the bovine leptin (LEP) gene: association of single nucleotide polymorphism with breeding value of milk traits in Iranian Holstein Cattle // Journal of Molecular Genetics. – 2010. – № 2. – Pp. 10–14.

17. Tsygankova S.V., Ignatov A.N., Boulygina E.S., Kuznetsov B.B., Korotkov E.V. Genetic intraspecies relationships in *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* revealed by novel rep-PCR primers // European J. Plant Pathol. – 2004. – № 1 (10). – Pp. 845–853.

18. Rueden C.T., Schindelin J., Hiner M.C., DeZonia B.E., Walter A.E., Arena E.T., Eliceiri K.W. ImageJ2: ImageJ for the next generation of scientific image data // BMC Bioinformatics. – 2017. – Vol. 29, № 18 (1). – P. 529.

DETECTION OF THE SOYBEAN BACTERIAL BLIGHT PATHOGEN *PSEUDOMONAS SAVASTANOI* PV. *GLYCINEA* IN SEEDS BY THE PCR METHOD

R.I. TARAKANOV¹, I.M. IGNAT'EVA², O.O. BELOSHAPKINA¹,
S.I. CHEBANENKO¹, O.G. KARATAEVA¹, F.S. DZHALILOV¹

(¹Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy,
²All-Russian Plant Quarantine Centre)

*This article describes the application of the classical PCR method for the diagnosis of the soybean bacterial blight pathogen *Pseudomonas savastanoi* pv. *glycinea* in seeds. Two methods for pathogen isolation from infected soybean seeds, five methods for DNA extraction and two master mixes for preparation of reaction mixture were investigated. The use of a PCR-based test system with oligonucleotides specific for the coronaphacate ligase (*cfl*) gene allowed the diagnosis of the soybean bacterial blight pathogen in seeds at a concentration of 2×10^3 CFU/ml. The analytical sensitivity of the protocol was 97.4% of 37 closely related and other bacteria tested. Product yield (amplicon peak area) was shown to be highest (645.0 units) when DNA was isolated using the Proba-GS kit, the master mix 5x MasDDDTaqMIX-2025 and the primers PsgFOR-1 and PsgREV-2 were used at 10 pM per reaction (25 μ L).*

*Keywords: soybean, soybean bacterial blight, *Pseudomonas savastanoi* pv. *glycinea*, phytosanitary seed diagnostics, PCR.*

References

1. Bulletin “Sown areas, gross yields and crop yields in the Russian Federation in 2022”. Ministry of Agriculture of the Russian Federation [Electronic source]. URL: <https://mcx.gov.ru/> (access date: 09.01.2024) (In Russ.)
2. Bradley C.A., Allen T.W., Sisson A.J., Bergstrom G.C., Bissonnette K.M. et.al. Soybean Yield Loss Estimates Due to Diseases in the United States and Ontario, Canada, from 2015 to 2019. *Plant Health Progress*. 2021;4:483–495.
3. Koening S.R., Wrather J.A. Suppression of soybean yield potential in the continental United States by plant diseases from 2006 to 2009. *Plant Health Progress*. 2010;11(1):5.
4. Wrather J.A., Chambers A.Y., Fox J.A., Moore W.F., Sciombato G.L. Soybean disease loss estimates for the southern United States, 1974 to 1994. *Plant Disease*. 1995;79:1076–1079.
5. Ignjatov M., Milošević M., Nikolić Z., Vujaković M., Petrović D. Characterization of *Pseudomonas Savastanoi* Pv. *Glycinea* Isolates from Vojvodina. *Phytopathol. Pol*. 2007;45:43–54.
6. Jagtap D. Bio-efficacy of different antibacterial antibiotic, plant extracts and bio-agents against bacterial blight of soybean caused by *Pseudomonas savastanoi* pv. *glycinea*. *Scientific Journal of Microbiology*. 2012;1(1):1–9.
7. Tarakanov R.I., Ignatov A.N., Dzhililov F.S. Isolation of specific bacteriophages – *Pseudomonas savastanoi* pv. *glycinea* – and their use in soybean bacterial blight control. *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy (TAA)*. 2020;(4):43–53. (In Russ.) <https://doi.org/10.26897/0021-342X-2020-4-43-53>
8. Maslennikova V.S., Cvetkova V.P., Bedareva E.V., Krugovoyh A.A. Efficiency of soybean seed treatment with biopreparation in Western Siberia. *Agrarnaya nauka – 2022: Proceedings of the All-Russian Conference of Young Researchers, Moscow, November 22–24, 2022*. Moscow, Russia: Russian State Agrarian University-Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, 2022:60–63. (In Russ.)
9. Ignat’eva I.M., Karimova E.V. Study of bacteriosis pathogens of grain legume crops and the development of methods for their diagnosis. *Sovremennye podkhody i metody v zashchite rasteniy: Proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conference With International Participation, Ekaterinburg, November 12–14, 2018*. Ekaterinburg, Russia: Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin, 2018:194–198. (In Russ.)
10. Shepherd L.M., Block C.C. Detection of *Pseudomonas savastanoi* pv. *glycinea* in soybean seeds. In: M. Fatmi, R.R. Walcott and N.W. Schaad, eds. *Detection of plant-pathogenic bacteria in seed and other planting material, 2nd ed.* St. Paul: The American Phytopathological Society, 2017.
11. Ciampi-Guillard M., Ramiro J., Moraes M.H.D., Barbieri M.C.G., Massola Junior N.S. Multiplex qPCR assay for direct detection and quantification of *Colletotrichum truncatum*, *Corynespora cassicola*, and *Sclerotinia sclerotiorum* in soybean seeds. *Plant Disease*. 2020;104(11):3002–3009.
12. Bereswill S., Bugert P., Völksch B., Ullrich M., Bender C.L., Geider K. Identification and relatedness of coronatine-producing *Pseudomonas syringae* pathovars by PCR analysis and sequence determination of the amplification products. *Appl Environ Microbiol*. 1994;60(8):2924–2930.
13. Tarakanov R., Shagdarova B., Varlamov V. Dzhililov, F. Biocidal and resistance-inducing effects of chitosan on phytopathogens. *E3S Web Conf*. 2021;254:05007.

14. Rooney W., Laird J., Chowdhury M., MacIntosh C., Deng X., McBride P., Milner J. *Pseudomonas Syringae* Seed Infections [Electronic source]. URL: <https://www.protocols.io/view/pseudomonas-syringae-seed-infections-ewov18beygr2/v1> (access date: 09.01.2024)

15. *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens*. *EPPO Global Database*. 2011;41. URL: <https://gd.eppo.int/taxon/CORBFL/datasheet>

16. Javan mard A., Khaledi K., Asadzadeh N., Solimanifarjam A.R. Detection of polymorphisms in the bovine leptin (LEP) gene: association of single nucleotide polymorphism with breeding value of milk traits in Iranian Holstein Cattle. *Journal of Molecular Genetics*. 2010;2:10–14.

17. Tsygankova S.V., Ignatov A.N., Boulygina E.S., Kuznetsov B.B., Korotkov E.V. Genetic intraspecies relationships in *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* revealed by novel rep-PCR primers. *European J. Plant Pathol.* 2004;1(10):845–853.

18. Rueden C.T., Schindelin J., Hiner M.C., DeZonia B.E., Walter A.E., Arena E.T., Eliceiri K.W. ImageJ2: ImageJ for the next generation of scientific image data. *BMC Bioinformatics*. 2017;18:529. <https://doi.org/10.1186/s12859-017-1934-z>

Сведения об авторах

Тараканов Рашит Ислямович, аспирант кафедры защиты растений, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», 127434, Российская Федерация, г. Москва, Тимирязевская ул., 49; e-mail: tarakanov.rashit@mail.ru

Игнатьева Ирина Михайловна, научный сотрудник, заведующий лабораторией бактериологии и анализа ГМО, ИЛЦ ФГБУ «Всероссийский центр карантина растений», 140150, Российская Федерация, Московская область, г.о Раменский, р.п. Быково, ул. Пограничная, д. 32; e-mail: babiraignirmi@yandex.ru

Белешапкина Ольга Олеговна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры защиты растений, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», 127434, Российская Федерация, г. Москва, Тимирязевская ул., 49; e-mail: beloshapkina@rgau-msha.ru

Чебаненко Светлана Ивановна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры защиты растений, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», 127434, Российская Федерация, г. Москва, Тимирязевская ул., 49; e-mail: svchebanenko@rgau-msha.ru

Каратаева Оксана Григорьевна, кандидат экономических наук, доцент, доцент педагогики и психологии профессионального образования, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», 127434, Российская Федерация, г. Москва, Тимирязевская ул., 49; e-mail: okarataeva@rgau-msha.ru

Джалилов Февзи Сеид-Умерович, доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой защиты растений, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», 127434, Российская Федерация, г. Москва, Тимирязевская ул., 49; e-mail: dzhalilov@rgau-msha.ru

About the authors

Rashit I. Tarakanov, assistant at the Department of Plant Protection, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127550, Russian Federation; e-mail: r.tarakanov@rgau-msha.ru)

Irina M. Ignat'eva, Research Associate, Bacteriology Laboratory, All-Russian Plant Quarantine Centre (32 Pogradichnaya St., Bykovo Vlg., Ramenskiy Urban District, Moscow Region, 140150, Russian Federation; e-mail: babiraigirmi@yandex.ru)

Olga O. Beloshapkina, DSc (Agr), Professor, Professor at the Department of Plant Protection, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127550, Russian Federation; e-mail: beloshapkina@rgau-msha.ru)

Svetlana I. Chebanenko, CSc (Agr), Associate Professor, Associate Professor at the Department of Plant Protection, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127550, Russian Federation; e-mail: svchebanenko@rgau-msha.ru)

Oksana G. Karatayeva, CSc (Econ), Associate Professor, Associate Professor at the Department of Pedagogy and Psychology of Professional Education, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127550, Russian Federation; e-mail: okarataeva@rgau-msha.ru)

Fevzi S.-U. Dzhililov, DSc (Bio), Professor, Head of the Department of Plant Protection, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127550, Russian Federation; e-mail: dzhililov@rgau-msha.ru)

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА МАТОЧНЫХ РАСТЕНИЙ ВИНОГРАДА НА ИХ СПОСОБНОСТЬ К ВЕГЕТАТИВНОМУ РАЗМНОЖЕНИЮ

Г.Э. ТЕР-ПЕТРОСЯНЦ, С.В. АКИМОВА, А.К. РАДЖАБОВ,
А.В. СОЛОВЬЕВ, Л.А. МАРЧЕНКО

(Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева)

*В условиях Центрального Нечерноземья виноград долгие годы считался неперспективной культурой, но ее большему распространению способствовало появление новых сортов, ягоды которых успевают созреть за сравнительно короткий период. Сортимент современных сортов винограда для любительской культуры в Нечерноземной полосе в основном представляет собой межвидовые гибриды на основе *Vitis amurensis* Rupr., *Vitis riparia* Michx., *Vitis labrusca* L., *Vitis berlandieri* Planch., что влечет за собой проблемы, связанные с их вегетативным размножением. Статья посвящена изучению влияния способа получения посадочного материала маточных растений винограда на увеличение способности к регенерации полученных от них одревесневших черенков. В течение 3 лет исследований сортов винограда Кишмиш № 342 и Московский белый проводили эксперименты с доращиванием маточных растений, размноженных зелеными и одревесневшими черенками и методом клонального микроразмножения. В результате исследований выявлено преимущество применения технологии клонального микроразмножения при производстве саженцев для закладки маточных насаждений винограда. При этом у сорта Кишмиш № 342 достоверные различия с контролем по показателям развития выявлены начиная со 2 года возделывания, а у сорта Московский белый – с 3 года. От маточных растений, размноженных *in vitro*, суммарно за 3 года возделывания на фоне высокой способности к укоренению одревесневших черенков и доли саженцев, соответствующих ГОСТ 31783–2012, у обоих сортов получено в 1,8–2,1 раза больше стандартных саженцев.*

Ключевые слова: виноград, сорт, маточные насаждения, посадочный материал, *in vitro*, *ex vitro*, одревесневшие черенки, зеленые черенки.

Введение

В условиях Центрального Нечерноземья виноград культивируется сравнительно недавно. Долгие годы эта теплолюбивая культура считалась неперспективной, но ее распространению способствовало появление новых сортов, плоды которых успевают созреть за сравнительно короткое время [1–4]. Основным традиционным способом выращивания саженцев винограда является размножение одревесневшими черенками. Для ускоренного размножения ценных сортов используют одно- и двухглазковые зеленые черенки, которые укореняют в парниках или теплицах или при ускоренном тиражировании оздоровленных растений в защищенном грунте [5].

Сортимент современных сортов винограда для Нечерноземной полосы в основном представляет собой корнесобственные саженцы межвидовых гибридов на основе *Vitis amurensis* Rupr., *Vitis riparia* Michx., *Vitis labrusca* L., *Vitis berlandieri* Planch., что влечет за собой проблемы, связанные с их вегетативным размножением традиционными способами [7–10].

С данной проблемой успешно позволяет справиться технология клонального микроразмножения, которая позволяет получать высококачественный посадочный

материал, обеспечивающий продление эксплуатации виноградников и повышение их продуктивности [11–21].

Для создания долговечных и высокопродуктивных маточных насаждений перспективных сортов винограда важную роль играет качество посадочного материала [22, 23]. В настоящее время мало изучен вопрос о влиянии способа вегетативного размножения на показатели развития маточных насаждений винограда в условиях открытого грунта и их способность к вегетативному размножению. Известно, что одним из преимуществ технологии клонального микроразмножения является повышение способности *ex vitro* растений к вегетативному размножению после прохождения растений через культуру *in vitro* [24].

Поэтому целью исследований было изучение влияния способа получения посадочного материала маточных растений винограда на увеличение способности к регенерации полученных от них одревесневших черенков.

Методика исследований

Опыты проводили в 2020–2023 годах в отделе виноградарства, декоративных и редких культур УНПЦ садоводства и овощеводства имени В.И. Эдельштейна РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева.

Объекты исследований: маточные растения винограда сортов Московский белый (*Vitis amurensis* Rupr. × *Vitis vinifera* L.), сорт Кишмиш № 342 (*Willard Blanc* × *Perlet*).

На первом этапе экспериментов маточные растения винограда были получены тремя разными способами вегетативного размножения: одревесневшими и зелеными черенками, а также при помощи технологии клонального микроразмножения.

Для размножения винограда *одревесневшими черенками* использовали побеги, заложенные осенью на хранение. В конце февраля – начале марта эти побеги нарезали на укороченные 2–3-глазковые одревесневшие черенки, стратифицировали в пропаренных опилках в течение 7 суток при температуре +25°C. Затем черенки обрабатывали ростовой пудрой корневин (4-(индол-3-ил) масляная кислота в концентрации 5 г/кг, время экспозиции – 1 секунда) и высаживали в парник на укоренение [25, 26].

Для размножения опытных растений *зелеными черенками* материалом служили зеленые побеги, пасынки и их части, удаляемые при зеленых операциях в период активного роста за 10–15 дней до цветения. Нарезку побегов проводили в рано утром, затем их смачивали водой и укладывали в полиэтиленовый мешок. При заготовке 2х-глазковых черенков над верхним узлом производили косой срез, оставляя 0,5 см, и укорачивали лист на 1/3 его части, под нижним узлом оставляли 0,5–1,0 см, удаляя лист полностью [25, 27].

При размножении опытных растений методом клонального микроразмножения на этапе мультипликации производили пассажи на питательную среду с минеральными ½ макро- и микроэлементами по прописи Murashige & Skoog [28] обогащенную следующими веществами (мг/л): тиамин (В1), пиридоксин (В6), никотиновая кислота (РР) – по 0,5; 6-БАП – 0,1, инозитол – 100; сахароза – 30000, агар-агар – 7000. В ламинарном боксе в каждый сосуд помещали по 5 микрочеренков длиной в 2–3 узла.

На этапе ризогенеза осуществляли пассаж на питательную среду с минеральными ½ макро- и микроэлементами по прописи Murashige & Skoog [28], обогащенную следующими органическими веществами (мг/л): витамины тиамин (В1), пиридоксин (В6), никотиновую кислоту (РР) – 0,5; ИМК – 0,5; ГК – 0,5; сахароза – 15000, агар-агар – 7000. В ламинарном боксе в каждый сосуд помещали по 10 микрочеренков длиной в 2–3 узла. Длительность субкультивирования на обоих этапах составляла 40 суток. На всех этапах микрорастения инкубировали в световой комнате при интенсивности освещения 2500 люкс, фотопериоде 16/8 и температуре +20...+22°C.

На этапе адаптации субстратом служила смесь переходного обогащенного торфа «ПитэрПитг» и перлита в соотношении 3:1, посадку осуществляли в пластиковые кассеты (49 ячеек, 4×4 см, размером 40×40×7 см, 6,25 кассет на 1 м²). Перед высадкой микро-растений – субстрат обрабатывали фунгицидом «Максим» в концентрации 20 мл на 10 л.

После 40 суток адаптации *ex vitro* растения, так же, как и размноженные традиционными способами, растения были пересажены на доращивание в контейнеры С2 (объемом 2 л), на 1 м² площади защищенного грунта размещали 49 горшков. Далее, после года доращивания в условиях защищенного грунта, растения по вариантам во второй половине июня были высажены в открытый грунт по схеме посадки 3×2 м (рис. 1).

Агротехника, уход за растениями и система защиты растений общепринятые. Уход осуществляли согласно календарному плану и проводили подвязку, обрезку, подкормку, обработку препаратами от болезней и вредителей. Форма куста веерная многорукавная. Во II декаде мая проводили обломку зеленых побегов, развивающихся на многолетних частях куста. В июне – июле осуществляли пасынкование, в августе проводили чеканку. В целях профилактики с милдью проводили обработку кустов медьсодержащими препаратами (Кумир (4 мл/л), Абига-Пик (5 г/л), Ордан (2,5 г/л)), а после цветения препаратом Строби (0,2 г/л) [29–31]. При этом ежегодно в III декаде июля – I декаде августа проводили учеты суммарной площади листьев (см²) и суммарной длины побегов (см).

Осенью каждого года с маточных растений заготавливали одревесневшие черенки. Учитывали выход одревесневших черенков с 10 маточных растений (шт./раст.). Весной следующего года, одревесневшие черенки высаживали на укоренение и в качестве стимулятора корнеобразования использовали препарат корневин (ростовая пудра (4-(индол-3-ил) масляная кислота в концентрации 5 г/кг), время экспозиции – 1 с. Учеты укореняемости одревесневших черенков проводили в I–II декаде июля.

Повторность опытов трехкратная по 10 растений в повторности. Анализ экспериментальных данных проводили по Б.А. Доспехову (1985) [32] и А.В. Исачкину (2020) [33] методом дисперсионного анализа, с использованием программ Microsoft Office Excel 2010 и PAST 4.03.



Рис. 1. Высадка *ex vitro* растений винограда сортов Кишмиш № 342, Кобер 5ББ и Московский белый на доращивание в условия открытого грунта

Результаты и их обсуждение

В первый год возделывания однолетних саженцев сорта Кишмиш 342 наблюдалось преимущество морфометрических показателей развития растений в контроле, размноженных одревесневшими черенками. Однако на второй и третий год возделывания проявилось достоверное преимущество морфометрических показателей развития растений, размноженных при помощи технологии клонального микроразмножения.

По суммарной длине побегов (на 2 год возделывания – 179,2 см против 143,2 см в контроле, на 3 год возделывания – 424,1 см против 322,8 см) и выходу одревесневших черенков с 1 маточного растения (на 2 год возделывания – 14,4 шт. против 11,5 шт. в контроле, на 3 год возделывания – 34,7 шт. против 26,5 шт.) (таблица 1).

Таблица 1

Влияние способа вегетативного размножения на повышение способности к вегетативному размножению одревесневшими черенками маточных насаждений винограда (сорт Кишмиш 342)

| Способ вегетативного размножения маточных растений | Суммарная площадь листьев, см ² | Суммарная длина побегов, см | Выход одревесневших черенков, шт./раст. |
|--|--|-----------------------------|---|
| 1-летние саженцы, высаженные из контейнеров | | | |
| одревесневшие черенки (контроль) | 1173,42±305,52* | 78,17±6,35 | 6,10±0,53 |
| микроразмножение <i>in vitro</i> | 820,20±325,48 | 61,00±6,43 | 4,64±0,54 |
| зеленые черенки | 622,38±196,44 | 45,33±3,67 | 3,36±0,31 |
| НСР ₀₅ | 334,91 | 7,54 | 0,63 |
| 2-летние растения | | | |
| одревесневшие черенки (контроль) | 2411,7±855,47 | 143,2±20,31 | 11,5±1,69 |
| микроразмножение <i>in vitro</i> | 2212,6±683,50 | 179,2±13,51 ^{a**} | 14,4±1,12 ^a |
| зеленые черенки | 1196,6±396,81 | 117,1±10,28 | 9,3±0,86 |
| НСР ₀₅ | 794,78 | 20,04 | 1,67 |
| 3-летние растения | | | |
| одревесневшие черенки (контроль) | 6221,0±2352,54 | 322,8±55,84 | 26,5±4,65 |
| микроразмножение <i>in vitro</i> | 6015,8±1777,11 | 424,1±35,12 ^a | 34,7±2,93 ^a |
| зеленые черенки | 2852,2±960,28 | 239,9±24,86 | 19,6±2,07 |
| НСР ₀₅ | 2121,96 | 53,47 | 4,46 |

НСР₀₅ рассчитана при помощи однофакторного дисперсионного анализа

* результаты выражены как среднее значение ± среднее квадратическое отклонение

**«а» – разница между средними с контролем достоверна на основе сравнения разниц между средними с НСР на 5% уровне значимости по фактору а (способ размножения маточных растений)

В отличие от сорта винограда Кишмиш № 342, сорт Московский белый отличается более сдержанным ростом и развитием в первые годы жизни. Вероятно, разница в динамике развития исследуемых сортов связана с присутствием в генотипе сорта Кишмиш № 342 представителей североамериканской группы видов, отличающихся более высокой силой роста.

В первый год возделывания однолетних саженцев сорта Московский белый также наблюдалось преимущество растений, размноженных одревесневшими черенками.

Только на третий год возделывания проявилось достоверное преимущество морфометрических показателей развития растений, размноженных при помощи технологии клонального микроразмножения по суммарной длине побегов (307,1 см против 221,9 см в контроле) и выходу одревесневших черенков с 1 маточного растения (25,2 шт. против 18,1 шт. в контроле) (таблица 2).

Таблица 2

Влияние способа размножения на показатели развития в условиях открытого грунта маточных насаждений винограда сорта Московский белый

| Способ вегетативного размножения маточных растений | Суммарная площадь листьев, см ² | Суммарная длина побегов, см | Выход одревесневших черенков, шт./раст. |
|--|--|-----------------------------|---|
| 1-летние саженцы, высаженные из контейнеров | | | |
| одревесневшие черенки (контроль) | 1044,1±187,91* | 30,3±5,02 | 2,1±0,42 |
| микроразмножение <i>in vitro</i> | 827,0±175,39 | 25,8±3,50 | 1,7±0,29 |
| зеленые черенки | 677,0±104,40 | 19,6±2,73 | 1,2±0,23 |
| НСР ₀₅ | 215,18 | 4,85 | 0,40 |
| 2-летние растения | | | |
| одревесневшие черенки (контроль) | 2140,2±375,83 | 92,2±25,10 | 7,3±2,09 |
| микроразмножение <i>in vitro</i> | 1594,0±368,32 | 104,1±12,26 | 8,3±1,02 |
| зеленые черенки | 1306,9±210,89 | 72,4±12,28 | 5,6±1,02 |
| НСР ₀₅ | 438,61 | 22,27 | 1,86 |
| 3-летние растения | | | |
| одревесневшие черенки (контроль) | 4441,9±751,65 | 221,9±77,80 | 18,1±6,49 |
| микроразмножение <i>in vitro</i> | 3128,0±773,48 | 307,1±33,10 ^{a**} | 25,2±2,76 ^a |
| зеленые черенки | 2579,4±425,99 | 186,0±33,14 | 15,1±2,76 |
| НСР ₀₅ | 894,90 | 66,71 | 5,56 |

НСР₀₅ рассчитана при помощи однофакторного дисперсионного анализа

* результаты выражены как среднее значение ± среднееквадратическое отклонение

**«а» – разница между средними с контролем достоверна на основе сравнения разниц между средними с НСР на 5% уровне значимости по фактору а (способ размножения маточных растений)

Для определения соответствия укоренённых одревесневших черенков ГОСТ 31783–2012, осуществляли учёт морфометрических показателей, представленных в таблице, и сопоставили их регламентируемыми в ГОСТ 31783–2012 стандартами для корнесобственных однолетних саженцев винограда (таблица 3).

Что касается последствий в способности к укоренению одревесневших черенков полученных от опытных маточных растений, то в течение всех 3 лет исследований наблюдалось достоверное преимущество маточных растений размноженных зелёными черенками и *in vitro*. С каждым годом возделывания доля полученных стандартных саженцев увеличивалась, особенно в вариантах с маточными растениями, размноженными методом клонального микроразмножения, от которых на 3 год возделывания было получено 92,8% саженцев, и все они соответствовали ГОСТ 31783–2012. В итоге суммарно за 3 года возделывания было получено 452 стандартных саженца по сравнению с 211–253 саженцами от маточных растений, размноженных традиционными способами (таблица 4).

У сорта Московский белый на протяжении всех 3 лет наблюдений также с каждым последующим годом возделывания маточных растений доля полученных от них стандартных саженцев также увеличивалась. Наблюдалось преимущество маточных растений размноженных методом клонального микроразмножения, от которых на 3 год возделывания было получено 90,0% укоренённых черенков, из которых 98,0% соответствовали ГОСТ 31783–2012. В отношении итогового выхода саженцев от 10 маточных растений за 3 года возделывания наблюдалась преимущество последствий технологии клонального микроразмножения, т.к. суммарно было получено 274 стандартных саженца по сравнению с 140–146 саженцами от маточных растений, размноженных традиционными способами (таблица 5).

Таким образом, выявлено преимущество применения технологии клонального микроразмножения при производстве саженцев для закладки маточных насаждений винограда, при этом у сорта Кишмиш № 342 выявлены достоверные различия с контролем по показателям развития начиная со 2 года возделывания, а у сорта Московский белый – с 3 года возделывания, на фоне высокой способности к укоренению одревесневших черенков и доли саженцев, соответствующих ГОСТ 31783–2012, у обоих сортов в 1,8–2,1 раза по количеству превосходящих показатели традиционных способов вегетативного размножения.

Таблица 3

Морфометрические показатели саженцев из укоренённых одревесневших черенков и их соответствие ГОСТ 31783–2012

| Вариант группировки | Диаметр саженцев в середине междоузлия, мм | Длина саженцев, см | Длина вызревшей части однолетнего побега, см | Количество основных корней, шт. | Длина основных корней, см |
|-----------------------|--|--------------------|--|---------------------------------|---------------------------|
| Сорт Кишмиш № 342 | | | | | |
| соответствующие | 5,0–5,5 | 41,0–50,0 | 20,0–25,0 | 4,0–6,0 | 14,6–17,6 |
| не соответствующие | 4,3–4,9 | 15,0–39,0 | 7,5–19,0 | 2,0–2,9 | 6,8–11,6 |
| Сорт Московский белый | | | | | |
| соответствующие | 5,0–5,4 | 45,0–55,0 | 22,0–29,0 | 5,0–6,5 | 12,7–19,4 |
| не соответствующие | 4,2–4,8 | 22,0–39,0 | 10–19,0 | 2,0–2,9 | 10,2–11,9 |

**Влияние способа размножения маточных растений на выход саженцев
из одревесневших черенков, соответствующих ГОСТ 31783–2012
полученных с 10 маточных растений (сорт Кишмиш № 342)**

| Способ вегетативного размножения маточных растений | Укореняемость, % | Кол-во укорененных одревесневших, шт. | Доля саженцев, соответствующих ГОСТ 31783–2012, % | Кол-во саженцев, соответствующих ГОСТ 31783–2012, шт. |
|---|--------------------------|--|--|--|
| 1-летние саженцы, высаженные из контейнеров | | | | |
| одревесневшие черенки (контроль) | 62,0±4,05* | 38 | 55,0 | 21 |
| микроразмножение <i>in vitro</i> | 82,7±4,50 ^{a**} | 38 | 60,0 | 23 |
| зеленые черенки | 70,8±5,71 ^{**} | 23 | 43,0 | 10 |
| НСР ₀₅ | 5,57 | - | - | - |
| 2-летние растения | | | | |
| одревесневшие черенки (контроль) | 64,1±4,25 | 74 | 86,0 | 63 |
| микроразмножение <i>in vitro</i> | 90,9±4,95 ^{**} | 131 | 90,0 | 118 |
| зеленые черенки | 77,2±6,22 ^{**} | 72 | 83,0 | 60 |
| НСР ₀₅ | 6,05 | - | - | - |
| 3-летние растения | | | | |
| одревесневшие черенки (контроль) | 67,1±4,38 | 178 | 95,0 | 169 |
| микроразмножение <i>in vitro</i> | 92,8±5,05 ^{**} | 322 | 100,0 | 322 |
| зеленые черенки | 78,1±6,30 ^{**} | 153 | 92,0 | 141 |
| НСР ₀₅ | 6,16 | - | - | - |
| ИТОГО саженцев, соответствующих ГОСТ 31783–2012 (шт.) суммарно за 3 года возделывания полученных: | | | | |
| с маточных растений размноженных одревесневшими черенками | | | | 253 |
| с маточных растений размноженных <i>in vitro</i> | | | | 452 |
| с маточных растений размноженных зелеными черенками | | | | 211 |

НСР₀₅ рассчитана при помощи однофакторного дисперсионного анализа

* результаты выражены как среднее значение ± среднее квадратическое отклонение

**«а» – разница между средними с контролем достоверна на основе сравнения разниц между средними с НСР на 5% уровне значимости по фактору а (способ размножения маточных растений)

Влияние способа размножения маточных растений на выход саженцев из одревесневших черенков, соответствующих ГОСТ 31783–2012 полученных с 10 маточных растений (сорт Московский белый)

| Способ вегетативного размножения маточных растений | Укореняемость, % | Кол-во укорененных одревесневших, шт. | Доля саженцев, соответствующих ГОСТ 31783–2012, % | Кол-во саженцев, соответствующих ГОСТ 31783–2012, шт. |
|---|------------------|---------------------------------------|---|---|
| 1-летние саженцы, высаженные из контейнеров | | | | |
| одревесневшие черенки (контроль) | 59,5±3,89* | 13 | 46,8 | 6 |
| микроразмножение <i>in vitro</i> | 80,2±4,37** | 14 | 54,0 | 7 |
| зеленые черенки | 72,5±5,84** | 9 | 40,9 | 4 |
| НСР ₀₅ | 5,55 | - | - | - |
| 2-летние растения | | | | |
| одревесневшие черенки (контроль) | 61,5±4,08 | 45 | 79,1 | 35 |
| микроразмножение <i>in vitro</i> | 88,2±4,80** | 73 | 86,4 | 63 |
| зеленые черенки | 79,0±6,37** | 44 | 73,9 | 33 |
| НСР ₀₅ | 6,03 | - | - | - |
| 3-летние растения | | | | |
| одревесневшие черенки (контроль) | 64,4±4,21 | 117 | 90,3 | 105 |
| микроразмножение <i>in vitro</i> | 90,0±4,90** | 227 | 98,0 | 204 |
| зеленые черенки | 79,9±6,44** | 121 | 85,6 | 103 |
| НСР ₀₅ | 6,13 | - | - | - |
| ИТОГО саженцев, соответствующих ГОСТ 31783–2012 (шт.) суммарно за 3 года возделывания полученных: | | | | |
| маточных растений размноженных одревесневшими черенками | | | | 146 |
| маточных растений размноженных <i>in vitro</i> | | | | 274 |
| маточных растений размноженных зелеными черенками | | | | 140 |

НСР₀₅ рассчитана при помощи однофакторного дисперсионного анализа

* результаты выражены как среднее значение ± среднее квадратическое отклонение

**«а» – разница между средними с контролем достоверна на основе сравнения разниц между средними с НСР на 5% уровне значимости по фактору а (способ размножения маточных растений)

Выводы (заключение)

Результаты культивирования и размножения одревесневшими черенками маточных растений сортов винограда Кишмиш № 342 и Московский белый в условиях Центрального Нечерноземья показали высокую эффективность применения технологии клонального микроразмножения при производстве посадочного материала для закладки маточных насаждений открытого грунта. Итоговый выход посадочного материала соответствующего ГОСТ 31783–2012 с маточников размноженных *in vitro* в 1,8–2,1 раза превышает показатели маточных растений размноженных традиционными способами.

Библиографический список

1. Кизима Г.А. Виноград идет на Север / Г.А. Кизима. М.: АСТ, 2013. 128 с.
2. Андреева Е.А. Виноград в северных широтах / Е.А. Андреева, Л.В. Зуева В.М, Яковлева. Е.А. Коршунов // Современная наука: актуальные вопросы, достижения и инновации: сборник статей XXVII Международной научно-практической конференции (Пенза, 5 ноября 2022 г.): в 2-х частях. – Часть 1. Пенза: Наука и Просвещение. – С. 99–104.
3. Андреева Е.А. Об опыте выращивания винограда в условиях Тверской области / Е.А. Андреева, Л.В. Григорьева, Л.В. Зуева // Вестник Тверского государственного университета. – Серия: Биология и экология. – 2023. – № 1 (69). С. 155–169.
4. Акимова С.В. Адаптация к нестерильным условиям растений винограда укорененных *in vitro* на питательной среде, обогащенной кремнийорганическими соединениями / С.В. Акимова, А.К. Раджабов, Д.А. Бухтин, В.В. Киркач, О.Н. Аладина, В.И. Деменко, О.О. Белошапкина // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2019. – № 5. – С. 34–53.
5. Акимова С.В. Влияние биологически активных веществ кремнийорганической природы на укореняемость и дальнейшее развитие одревесневших и зеленых черенков винограда межвидового происхождения / С.В. Акимова, А.К. Раджабов, Д.А. Бухтин, М.С. Трофимова // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии – 2015 – Вып.: 4. – С. 36–48.
6. Waite H. Grapevine propagation: principles and methods for the production of high-quality grapevine planting material / H. Waite, M. Whitelaw-Weckert P. Torley // New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science. 2015. Т. 43. № 2. – P. 144–161.
7. Абрашева П. Краткие сведения о физиологическом воздействии вирусных болезней на рост и плодоношение виноградной лозы / П. Абрашева // Физиология винограда и основы его возделывания. Т. 2. – София, 1983. – С. 227–236.
8. Батукаев А.А. Совершенствование технологии ускоренного размножения и оздоровления посадочного материала винограда методом *in vitro*: монография / А.А. Батукаев. – Москва, 1998. – 223 с.
9. Деменко В.И. Проблемы и возможности микроклонального размножения садовых растений. Введение в культуру / В.И. Деменко // Известия ТСХА. – 2005. – № 2. – С. 48–58.
10. Шорников Д.Г., Янковская М.Б., Муратова С.А. Укоренение *in vitro* и адаптация нетрадиционных садовых культур // VIII Международная научно-методическая конференция «Интродукция нетрадиционных и редких растений», Воронеж, 2008. – Т. 1. – С. 335–337.
11. Ait Barka E.A. Enhancement of *in vitro* growth and resistance to gray mould of *Vitis vinifera* co-cultured with plant growthpromoting rhizobacteria / E.A. Ait Barka A.

Belarbi, C. Hachet, J. Nowak, J.C. Audran // FEMS Microbiol. Lett. – 2000. – 186. – P. 91–95

12. *Акимова С.В.* Раджабов А.К., Бухтин Д.А., Куркач В.В. Разработка элементов технологии ускоренного клонального микроразмножения сортов винограда межвидового происхождения для зон рискованного виноградарства: учебно–методическое пособие. М.: АНО редакция журнала «МЭСХ». – 2018. – 78 с.

13. *Akimova S.V.* Introduction of in vitro grapes of interspecific origin / S.V. Akimova, A.K. Radjabov, M.B. Panova, Y.V. Voskoboynikov, M.A. Ermorlina, G.E. Ter-Petrosyants V.V. Kirkach // В сборнике: Journal of Physics: Conference Series. 6. Сер. “6th Interdisciplinary Scientific Forum with International Participation “New Materials and Advanced Technologies”, NMAT 2020” 2021. С. 012047.

14. *Batukaev A.A.* In vitro reproduction and ex vitro adaptation of complex resistant grape varieties / A.A. Batukaev, D.O. Palaeva, M.S. Batukaev, E.A. Sobralieva // International scientific and practical conference “Agro-SMART – Smart solutions for agriculture” (Agro-SMART 2018). 2018. – P. 895–899.

15. *Batukaev A.A.* Optimization of nutrient medium composition and adaptation of grapes plants in vitro to conditions in vivo optimization of nutritional medium composition and adaptation of vintages in vitro to in vivo conditions / A.A. Batukaev, M.G. Shishaeve, M.S. Batukaev // Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov. 2017. № 1 (15). – С. 10–16.

16. *Krasinskaya T.A.* The using of clinoptilolite and Biona-111 as components in adaptation substrates for ex vitro adaptation of grape plants / T.A. Krasinskaya, I.N. Ostapchuk, S.U. Kosandrovich, V.S. Soldatov // The biology of plant cells in vitro and biotechnology. 2018. – P. 116–117.

17. *Melyan G.* In vitro propagation of grapevine (*Vitis vinifera* L.) cultivar ‘Charentsi’ / G. Melyan, A. Sahakyan, A. Barsegyan, K. Dangyan // Magarach. Viticulture and Vinemaking. 2018. Т. 20. № 4 (106). – P. 49–51.

18. *Alleweldt G.* Der Einfluss von Wachstuminhibitoren auf die Langzeitlagerung von in vitro Kulture der Rebe / G. Alleweldt, M. Harst–Langenbucher // Vitis. – 1987. – Т. 26. – № 2. – P. 57–64.

19. *Высоцкий В.А.* Клональное микроразмножение плодовых растений и декоративных кустарников / В.А. Высоцкий // Микроразмножение и оздоровление растений в промышленном плодоводстве и цветоводстве: Сб. научн. тр. ВНИИС им. И.В. Мичурина. – Мичуринск, 1989. – С. 3–8.

20. *Деменко В.И.* Микрклональное размножение садовых растений: учеб. пособие / В.И. Деменко. – Москва: ФГОУ ВПО РГАУ-МСХА, 2007. – 55 с.

21. *Кузнецова И.Б.* Особенности клонального микроразмножения культурного винограда (*Vitis vinifera* L.) на этапах «введение в культуру» и «собственно микроразмножение» / И.Б. Кузнецова, С.С. Макаров // Известия Оренбургского гос. аграрного ун-та. – 2021. – № 4 (90). – С. 72–75. DOI: 10.37670/2073-0853-2021-90-4-72-75

21. *Ребров А.Н.*, Создание базисных маточников винограда на песчаных почвах / А.Н. Ребров Н.П. Дорошенко // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2021. № 67 (1). С. 134–150.

22. *Ребров А.Н.* Некоторые аспекты адаптации к нестерильным условиям среды при создании коллекций из оздоровленных in vitro растений винограда в условиях открытого грунта (postvitro) / А.Н. Ребров // Плодоводство и виноградарство Юга России. – 2018. – № 49 (01)-С. 33–46.

23. *Кухарчик Н.В.* / Вегетативное размножение плодовых и ягодных культур in vitro / Н.В. Кухарчик [и др.] // Генетические основы селекции растений: в 4 т. Т. 3.

Биотехнология в селекции растений. Клеточная инженерия / науч. ред.: А.В. Кильчевский, Л.В. Хотылева. – Минск: 2012. – Гл. 5. – С. 289–315.

24. *Акимова С.В.* Влияние биологически активных веществ кремнийорганической природы на укореняемость и дальнейшее развитие одревесневших и зеленых черенков винограда межвидового происхождения / С.В. Акимова [и др.] // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии: Научно-теоретический журнал Российского государственного аграрного университета – МСХА имени К.А. Тимирязева. 2015. – Вып.: 4. – С. 36–48.

25. *Гурьянова Ю.В.* / Исследование способов укоренения одревесневших черенков винограда в период вынужденного покоя / Ю.В. Гурьянова, К.С. Насонов / Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2020. № 1 (60). С. 11–15.

26. *Аладина О.Н.* Оптимизация технологии зеленого черенкования садовых растений / О.Н. Аладина. // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии: Научно-теоретический журнал Российского государственного аграрного университета – МСХА имени К.А. Тимирязева. – 2013. – Вып. 4. – С. 5–22.

27. *Murashige T., Skoog F.* A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures / Murashige T., Skoog F. // *Physiol. Plantarum.* – 1962. – V 3. – № 15 (3). – P. 473–497.

28. *Радчевский П.П.* Инновационные технологии производства посадочного материала винограда: учебно-метод. пособие / сост. П.П. Радчевский. – Краснодар: КубГАУ, 2015. – 88 с.

29. *Пигорев И.Я.* Особенности агротехники винограда в условиях Черноземья России / И.Я. Пигорев, Н.В. Долгополова // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – № 5. – С. 3–6.

30. *Dolgopolova N.In.* Long-term measures to improve and stabilize yields in the agricultural landscape // *Dnyvėdy – 2014: materials of X international scientific-practical conference.* – Part 29. – *ZemědělstvíZvěrolékařství.* – P. 18–21.

31. *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта: (с основами статистической обработки результатов исследований): учебник / Б.А. Доспехов. – Изд. 6-е, стер., перепеч. с 5-го изд. 1985 г. – Москва: Альянс, 2011. – 350 с.

32. *Исачкин А.В.* Основы научных исследований в садоводстве: учебник / А.В. Исачкин, В.А. Крючкова; под ред. А.В. Исачкина. – Санкт-Петербург: Лань, 2020. – 420 с.

EFFECT OF THE PRODUCTION TECHNOLOGY OF VINE MOTHER PLANTS ON THEIR ABILITY TO VEGETATIVE PROPAGATION

G.E. TER-PETROSYANTS, S.V. AKIMOVA,
A.K. RADZHABOV, A.V. SOLOVYEV, L.A. MARCHENKO

(Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy)

*For many years, grapes were considered to be an unpromising crop in the conditions of the Central Non-Black Earth Zone but their wider spread has been encouraged by the appearance of new varieties whose berries ripen in a relatively short time. The assortment of modern grape varieties for amateur cultivation in the non-Black Earth Zone consists mainly of interspecific hybrids based on *Vitis amurensis* Rupr., *Vitis riparia* Michx., *Vitis labrusca* L., *Vitis berlandieri* Planch., which causes problems with their vegetative propagation. The article is devoted to the study of the effect of the method of obtaining planting material from vine mother plants on the increase*

of the regenerative capacity of the single-tree cuttings obtained from them. During the three-year research on the grape varieties Kishmish No. 342 and Moskovskiy Belyi, experiments were carried out on the additional growth of mother plants propagated by green and single-tree cuttings and by the method of clonal micropropagation. As a result of the research, the advantage of using the technology of clonal micropropagation in the production of seedlings for the establishment of vine mother plantations was revealed. At the same time, the variety Kishmish No. 342 showed reliable differences from the control in terms of development indicators from the 2nd year of cultivation, and the variety Moskovskiy Belyi – from the 3rd year. Both varieties received 1.8–2.1 times more standard seedlings from mother plants propagated in vitro for three years on the basis of high rooting ability of single-tree cuttings and the proportion of seedlings according to GOST 31783–2012.

Keywords: grapes, variety, mother plantations, planting material, in vitro, ex vitro, single-tree cuttings, green cuttings.

References

1. Kizima G.A. *Grapes are going North*. Moscow, Russia: OOO “Izdatel’stvo “AST”, 2013:128. (In Russ.)
2. Andreeva E.A., Zueva L.V., Yakovleva V.M., Korshunov E.A. Grapes in the northern latitudes. *Sovremennaya nauka: aktual’nye voprosy, dostizheniya i innovatsii: Proceedings of the XXVII International Scientific and Practical Conference (Penza, November 5, 2022): in 2 parts. Part 1*. Penza: Nauka i Prosveshchenie, 2022:99–104. (In Russ.)
3. Andreeva E.A., Grigoreva L.V., Zueva L.V. Growing grapes in the Tver region. *Herald of Tver State University. Series: Biology and Ecology*. 2023;1(69):155–169. (In Russ.)
4. Akimova S.V., Radzhabov A.K., Bukhtin D.A., Kirkach V.V., Aladina O.N., Demenko V.I., Beloshapkina O.O. Adaptation to non-sterile conditions of grape plants rooted in vitro in a nutrient media enriched by organosilicon compounds. *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy (TAA)*. 2019;5:34–53. (In Russ.) <https://doi.org/10.34677/0021-3420-2019-5-34-53>
5. Akimova S.V., Radzhabov A.K., Bukhtin D.A., Trofimova M.S. Influence of organosilicon biolactive substances on rooting and further development of lignified and green cuttings of grape varieties of interspecific origin. *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy (TAA)*. 2015;4:36–48. (In Russ.)
6. Waite H., Whitelaw-Weckert M., Torley P. Grapevine propagation: principles and methods for the production of high-quality grapevine planting material. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*. 2015;43(2):144–161.
7. Abrasheva P. Brief information about physiological effect of viral diseases on growth and fruiting of grapevine. In: *Fiziologiya vinograda i osnovy ego vozdeyvaniya*. T. 2. Ed. by K. Stoev. Sofiya, 1983:227–236. (In Russ.)
8. Batukaev A.A. *Improvement of the technology of accelerated propagation and health improvement of grape planting material by in-vitro method*. Moscow, Russia, 1998:223. (In Russ.)
9. Demenko V.I. Problems and possibilities of microclonal propagation of garden plants. Introduction to culture. *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy (TAA)*. 2005;2:48–58. (In Russ.)
10. Shornikov D.G., Yankovskaya M.B., Muratova S.A. Rooting in vitro and adaptation of non-traditional horticultural crops. *Introduktsiya netraditsionnykh i redkikh rasteniy. Proceedings of the VIII International Scientific and Methodological Conference*. Voronezh, Russia, 2008;1:335–337. (In Russ.)
11. Ait Barka E.A., Belarbi A., Hachet C., Nowak J., Audran J.C. Enhancement of in vitro growth and resistance to gray mould of *Vitis vinifera* co-cultured with plant growthpromoting rhizobacteria. *FEMS Microbiol. Lett.* 2000;186:91–95.

12. Akimova S.V., Radzhabov A.K., Buhtin D.A., Kirkach V.V. Development of elements of the technology of accelerated clonal micropropagation of grape varieties of interspecific origin for zones of risky viticulture: educational and methodological manual. Moscow, Russia: ANO redaksiya zhurnala “MESKh”, 2018:78. (In Russ.)
13. Akimova S.V., Radjabov A.K., Panova M.B., Voskoboynikov Y.V., Ermorlina M.A., Ter-Petrosyants G.E., Kirkach V.V. Introduction of in vitro grapes of interspecific origin. In: Journal of Physics: Conference Series. 6. 6th Interdisciplinary Scientific Forum with International Participation “New Materials and Advanced Technologies – NMAT 2020”. 2021:012047.
14. Batukaev A.A., Palaeva D.O., Batukaev M.S., Sobralieva E.A. In vitro reproduction and ex vitro adaptation of complex resistant grape varieties. *Proceedings of the International Scientific and Practical Conference “Agro-SMART – Smart solutions for agriculture” (Agro-SMART 2018)*. 2018:895–899.
15. Batukaev A.A., Shishaev M.G., Batukaev M.S. Optimization of nutrient medium composition and adaptation of grapes plants in vitro to conditions in vivo optimization of nutritional medium composition and adaptation of vintages in vitro to in vivo conditions. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kkov*. 2017;1(15):10–16. (In Russ.)
16. Krasinskaya T.A., Ostapchuk I.N., Kosandrovich S.U., Soldatov V.S. The using of clinoptilolite and biona-111 as components in adaptation substrates for ex vitro adaptation of grape plants. *The biology of plant cells in vitro and biotechnology*. 2018;116–117.
17. Melyan G., Sahakyan A., Barsegyan A., Dangyan K. In vitro propagation of grapevine (*Vitis vinifera* L.) cultivar ‘Charentsi’. *Magarach. Viticulture and Vinemaking*. 2018;20(4(106)):49–51.
18. Alleweldt G., Harst–Langenbucher M. Der Einfluss von Wachstuminhibitoren auf die Langzeitlagerung von in vitro Kulture der Rebe. *Vitis*. 1987;26(2):57–64.
19. Vysotskiy V.A. Clonal micropropagation of fruit plants and ornamental shrubs. Mikrorazmnozhenie i ozdorovlenie rasteniy v promyshlennom plodovodstve i tsvetovodstve: *Sbornik nauchnykh trudov VNIIS im. I.V. Michurina*. Michurinsk, Russia, 1989:3–8. (In Russ.)
20. Demenko V.I. *Microclonal propagation of garden plants: a textbook*. Moscow, Russia: FGOU VPO RGAU – MSKhA, 2007:55. (In Russ.)
21. Kuznetsova I.B., Makarov S.S. Features of clonal micropropagation of cultivated grapes (*Vitis vinifera* L.) at the stages of “introduction to culture” and “micropropagation itself”. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2021;4:72–75. (In Russ.) <https://doi.org/10.37670/2073-0853-2021-90-4-72-75>
22. Rebrov A.N., Doroshenko N.P. Creation of basic grape uterine plantation on sandy soils. *Plodovodstvo i vinogradarstvo Yuga Rossii*. 2021;67(1):134–150. (In Russ.)
23. Rebrov A.N. Some aspects of adaptation to non-sterile environmental conditions when creating collections from in-vitro recuperated grape plants under open ground conditions (postvitro). *Plodovodstvo i vinogradarstvo Yuga Rossii*. 2018;49(01):33–46. (In Russ.)
24. Kukharchik N.V. et al. Vegetative propagation of fruit and berry crops in vitro. In: *Genetic bases of plant breeding: in 4 vol. V. 3. Biotechnology in plant breeding. Cell engineering*. Ed. by A.V. Kilchevskiy, L.V. Khotyleva. Minsk, Belarus: 2012;289–315. (In Russ.)
25. Akimova S.V. et al. Influence of organosilicon biolactive substances on rooting and further development of lignified and green cuttings of grape varieties of interspecific origin. *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy (TAA)*. 2015;4:36–48. (In Russ.)
26. Gur’yanova Yu.V., Nasonov K.S. Research of rooting methods of single-tree cuttings of grapes in the period of forced dormancy. *The Bulletin of Michurinsk State Agrarian University*. 2020;1(60):11–15. (In Russ.)

27. *Aladina O.N.* Optimization of propagation technology of garden plants by herbaceous cuttings. *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy (TAA)*. 2013;4:5–22. (In Russ.)
28. *Murashige T., Skoog F.* A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiol. Plantarum*. 1962;3(15 (3)):473–497.
29. *Radchevskiy P.P.* *Innovative technologies of vine planting material production: an educational and methodical manual*. Krasnodar, Russia: KubGAU, 2015:88. (In Russ.)
30. *Pigorev I.Ya., Dolgopolova N.V.* Features of agrotechnics of grapes in the conditions of the Black Earth Zone of Russia. *Vestnik Kurskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii*. 2017;5:3–6. (In Russ.)
31. *Dolgopolova N.* In: Long-term measures to improve and stabilize yields in the agricultural landscape: DNYVĚDY – 2014: Materials of X International Scientific-Practical Conference. Part 29. *ZemědělstvíZvěrolékařství*, 2014:18–21.
32. *Dospekhov B.A.* *Methods of field experiment: (with basics of statistical processing of research results): a textbook for students of higher agricultural educational institutions on agronomic specialities*. Ed.6, ster., reprinted from Ed.5, 1985. Moscow, Russia: Al'yans, 2011:350. (In Russ.)
33. *Isachkin A.V., Kryuchkova V.A.* *Fundamentals of scientific research in horticulture: a textbook for universities*. Sankt-Peterburg, Russia: Lan', 2020:420. (In Russ.)

Сведения об авторах

Тер-Петросянц Георг Эдвардович, ассистент кафедры плодородства, виноградарства и виноделия; ФГБОУ ВО Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, 127434, Российская федерация, город Москва, улица Тимирязевская, дом 49; e-mail: ter-petrosyanc@rgau-msha.ru; тел.: (926) 151-71-17

Акимова Светлана Владимировна, доцент кафедры плодородства, виноградарства и виноделия, доктор сельскохозяйственных наук, доцент. ФГБОУ ВО Российский Государственный Аграрный Университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, 127434, Российская федерация, город Москва, улица Тимирязевская, дом 49. e-mail: akimova@rgau-msha.ru, тел.: 8905 763–49–48

Раджабов Агамагомед Курбанович, доцент кафедры плодородства, виноградарства и виноделия, доктор сельскохозяйственных наук, профессор. ФГБОУ ВО Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, 127434, Российская федерация, город Москва, улица Тимирязевская, дом 49; e-mail: plod@rgau-msha.ru, тел.: (962) 912-98-32

Соловьев Александр Валерьевич, заведующий кафедрой плодородства, виноградарства и виноделия, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент. ФГБОУ ВО Российский Государственный Аграрный Университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, 127434, Российская федерация, город Москва, улица Тимирязевская, дом 49. e-mail: a.solovev@rgau-msha.ru, тел.: (905) 123-52-34

Марченко Людмила Александровна, доцент кафедры плодородства, виноградарства и виноделия, к.с.-х.н., кандидат сельскохозяйственных наук. ФГБОУ ВО Российский Государственный Аграрный Университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, 127434, Российская федерация, город Москва, улица Тимирязевская, дом 49. e-mail: l.marchenko@rgau-msha.ru, (916) 493-48-87

Ter-Petrosyants Georg Edwardovich., assistant of the Department of Horticulture, Viticulture and Winemaking Russian State Agrarian University, Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49 Timiryazevskaya Str., Moscow, 127434, Russian Federation; phone: (926) 151-71-17; E-mail: ter-petrosyanc@rgau-msha.ru)

About the authors

Georg E. Ter-Petrosyants, assistant at the Department of Horticulture, Viticulture and Winemaking, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127550, Russian Federation; phone: (926) 151-71-17; e-mail: ter-petrosyanc@rgau-msha.ru)

Svetlana V. Akimova, DSc (Agr), Associate Professor, Associate Professor at the Department of Horticulture, Viticulture and Winemaking, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127550, Russian Federation; phone: (905) 763-49-48; e-mail: akimova@rgau-msha.ru)

Agamagomed K. Radzhabov, DSc (Agr), Professor, Associate Professor at the Department of Horticulture, Viticulture and Winemaking, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127550, Russian Federation; phone: (962) 912-98-32; e-mail: plod@rgau-msha.ru)

Aleksandr V. Solovyov, CSc (Agr), Associate Professor, Head of the Department of Horticulture, Viticulture and Winemaking, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127550, Russian Federation; phone: (905) 123-52-34; e-mail: a.solovev@rgau-msha.ru)

Liudmila A. Marchenko, CSc (Agr), Associate Professor at the Department of Horticulture, Viticulture and Winemaking, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127550, Russian Federation; phone: (916) 493-48-87; e-mail: l.marchenko@rgau-msha.ru)

ЭФФЕКТИВНОСТЬ НОВЫХ ГЕРБИЦИДОВ НА ПОСЕВАХ КУКУРУЗЫ В УСЛОВИЯХ ЗАПАДНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ

Н.Н. ФИЛИПЕНКО, Р.В. КРАВЧЕНКО, С.И. ЛУЧИНСКИЙ

(Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина)

При изучении эффективности применения перспективных гербицидов на посевах гибридов кукурузы в условиях центральной экономической зоны Краснодарского края выявлено, что посевы кукурузы преимущественно засорены двудольными сорняками – такими, как канатник Теофраста, щирица запрокинутая, амброзия полыннолистная, марь белая, мак самосейка, пастушья сумка. Злаковые (однодольные) сорняки представлены щетинником сизым, щетинником зеленым и куриным просо. Многолетние сорняки представлены вьюнком полевым. Самым эффективным является гербицид Аденго в фазу 1–2 настоящих листьев, обеспечивающий прибавку урожая в 56,1 ц/га. При этом урожайность гибридов кукурузы по среднеранней группе спелости составила 91,5 ц/га, а по среднеспелой – 77,1 ц/га. Для получения урожайности кукурузы в 100 ц/га необходимо внесение гербицида Аденго (0,5 л/га) в фазу 1–2 настоящих листьев в технологии возделывания ее гибридов ДКС 3969, ДКС 3 и ДКС 3789.

Ключевые слова: кукуруза, гибриды, гербициды, засоренность, урожайность.

Введение

В настоящее время в условиях дефицита материальных и производственных ресурсов первоочередная задача заключается в повышении урожайности основных полевых культур на фоне снижения энергозатрат и сохранении экологии на основе совершенствования системы защиты растений от болезней, вредителей и сорной растительности. Великий русский ученый К.А. Тимирязев сказал: «Есть вопросы, на которые не существует моды. Это вопрос о хлебе насущном». Поэтому можно с уверенностью утверждать, что и в будущем совершенствование технологии возделывания полевых культур не только не потеряет своей остроты, а наоборот, потребует дополнительных усилий лучших умов планеты.

В настоящее время система защиты полей от сорной растительности, базирующаяся на химических препаратах, обязана брать во внимание их действие не только на сорняки, но и на почву, а также на культурные растения. При этом современная система земледелия испытывает сильное влияние последних направлений развития сельскохозяйственного производства в сторону минимизации технологических процессов. Это приводит к отказу сельхозтоваропроизводителей от отвальной (энергозатратной) основной обработки почвы (вспашки) в пользу мелких, поверхностных обработок, или вообще к полному отказу от них с использованием прямого посева культур.

В совокупности переход в системе защиты растений от химических к механическим способам борьбы с сорной растительностью и сверх меры наполнение полевых севооборотов зерновыми культурами отражаются возрастанием пораженности полевых растений болезнями и сильной распространенностью сорных растений, а также других вредных организмов. В этом плане обращает на себя внимание необходимость усиления защиты растений химическими препаратами. Но к выбору

гербицидов необходимо относиться не столько с экономической точки зрения, сколько с позиции их влияния на окружающую среду, и особенно – непосредственно на культурные растения [1–6, 9]. Отсюда актуальным является вопрос фитотоксичности препаратов в отношении культурных растений, что должно ставиться во главу угла при анализе результативности использования гербицидов. Фитотоксичность через угнетение физиологических процессов растений снижает урожайность полевых культур.

Устойчивость растений полевых культур к гербицидам заложена на генетическом уровне и находится под воздействием как факторов окружающей среды (температуры воздуха), так и агротехнических приемов – в частности, соблюдения регламентов применения пестицидов [7].

Изучением внешних признаков фитотоксичности пестицидов в отношении культурных растений занимались такие исследователи, как S.A. Gower, M.M. Loux, K. Harrison (2002), A.C. Очнев (2006), а также W.J. Cox, R.R. Hahn (2006). При этом рассматривались такие фенотипические признаки, как карликовость растений, хлороз листьев с их деформацией (гофрирование, сворачивание в трубку), сростание листьев, недоразвитость генеративных органов [8, 10, 11].

Цель исследований: оценить биологическую и хозяйственную эффективность гербицидов в посевах гибридов кукурузы в условиях центральной экономической зоны Краснодарского края.

Материал и методы исследований

Нами были проведены исследования в центральной экономической зоне Краснодарского края на базе УОХ «Кубань». Почва опытного участка – чернозем выщелоченный. Содержание гумуса – 3,7%. Мощность горизонтов А + АВ – до 120 см, структурность почвы чаще комковатая, плотность – 1,20–135 г/см³, порозность – 50–60%, рН 6,6–6,8, гидролитическая кислотность – 2–6 мг-экв/100 г, ЕКО – 30–55 мг/экв/100 г, насыщенность основаниями – 80–90%, Са – до 80% от суммы. Дифференциации профиля по илу нет.

Объект исследований – гибриды кукурузы селекции АО Байер (ДКС 3595, ДКС 1, ДКС 3789, ДКС 3402, ДКС 3969, ДКС 2, ДКС 3, ДКС 3710, ДКС 4178, ДКС 4541, ДКС 4792, ДКС 5075) и гербициды Элюмис (МД 2,0 л/га), Кельвин Плюс + Даш (ВДГ 0,4 л/га + ДАШ 1,2 л/га), Аденго (КС 0,5 л/га), Капрено + Метро (КС 0,3 л/га + КЭ 2,0 л/га), Мастер Пауэр (МД 1,5 л/га), Лаудис + Метро (ВДГ 0,5 л/га + КЭ 2,0 л/га).

Использовались методики, общепринятые для данной зоны и культуры. Внешние признаки фитотоксичности пестицидов в отношении культурных растений определяли по методикам S.A. Gower, M.M. Loux and K. Harrison (2002), а также W.J. Cox and R.R. Hahn (2006) [10, 11]. Повторность – 3-кратная. Площадь делянки: общая – 42 м², учетная – 14 м². Расположение делянок – систематическое. Предшественник – озимая пшеница. Гербицид Аденго вносили в фазу 1–2 настоящих листьев кукурузы, остальные гербициды вносили в фазу 3–4 настоящих листьев кукурузы. Условия проведения исследований были благоприятными для культуры кукурузы.

Результаты и их обсуждение

Произведенный учет наличия и спектра сорных растений перед обработкой гербицидами показал преимущественное засорение посевов кукурузы однолетними двудольными сорняками – такими, как канатник Теофраста, щирица запрокинутая, амброзия полыннолистная, марь белая, мак самосейка, пастушья сумка.

Злаковые (однодольные) сорняки были представлены щетинником сизым, щетинником зеленым и куриным просом, многолетние сорняки – вьюнком полевым.

Через 10 дней после обработки определили фитотоксичность воздействия гербицидов на культуру и осуществили контроль общего качества гербицидной обработки. Было выявлено фитотоксическое действие некоторых гербицидов на отдельные гибриды кукурузы (карликовость растений и хлороз листьев с их деформацией – сворачивание в трубку). Так, на гибрид ДКС 3595 фитотоксическое действие гербицидов не выявлено (рис. 1). На гибрид ДКС 1 в некоторой степени оказали фитотоксическое действие баковая смесь гербицидов Кельвин Плюс + Даш, а также гербицид Элюмис. В отношении гибридов ДКС 3789 и ДКС 3969 выявлено аналогичное действие. На гибрид ДКС 3402 в слабой степени оказали фитотоксическое действие баковая смесь гербицидов Кельвин Плюс + Даш. Гибрид ДКС 2 был подвержен сильному фитотоксическому действию со стороны гербицида Элюмис (рис. 2). В некоторой степени данный гибрид подвержен фитотоксическому действию баковых смесей гербицидов Кельвин Плюс + Даш и Лаудис + Мерио, а также гербицида Мастер Пауэр.

На гибриды ДКС 3 и ДКС 3710 только гербицид Аденго не оказывал фитотоксического действия, а на гибрид ДКС 4178 – еще и баковая смесь Кельвин Плюс + Даш. На гибрид ДКС 4541 в некоторой степени оказали фитотоксическое действие баковая смесь гербицидов Кельвин Плюс + Даш гербициды Элюмис и Мастер Пауэр. На гибрид ДКС 4792 в слабой степени оказали фитотоксическое действие гербициды Элюмис и Мастер Пауэр, на гибрид ДКС 5075 – только гербицид Элюмис.

Через 28 дней после обработки посевов кукурузы гербицидами произвели оценку эффективности различных схем системы защиты растений (табл. 1).

Практически все гербициды показали очень высокую эффективность, которая составила от 95 до 100%. Минимальной она была у баковой смеси Кельвин Плюс + Даш, когда выжили два растения канатника Теофраста и одно растение вьюнка полевого на каждом квадратном метре (табл. 2).

При внесении гербицида Аденго через 28 дней сохранилось два растения на 1 м² – щетинник сизый и щетинник зеленый. При внесении баковой смеси Капрено + Мерио выжило одно растение канатника Теофраста, а при внесении гербицида Элюмис – одно растение вьюнка полевого.



Рис. 1. Оптимальное развитие растений гибрида кукурузы ДКС 3595

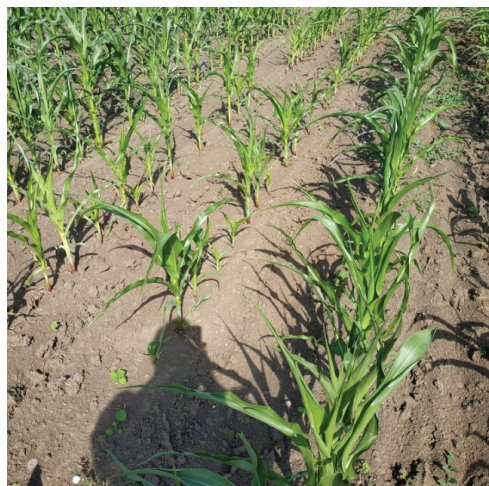


Рис. 2. Фитотоксическое действие со стороны гербицида Элюмис на растения гибрида кукурузы ДКС 2

Таблица 1

**Влияние гербицидов на засоренность посевов кукурузы
через 28 дней после их применения**

| № п/п | Вариант опыта | Количество сорняков до обработки, шт/м ² | | | До обработки гербицидами | Через 28 дней после обработки | % гибели |
|-------|--------------------|---|----------|-------------|--------------------------|-------------------------------|----------|
| | | двудольных | злаковых | многолетних | | | |
| 1 | Контроль | 48 | 12 | 5 | 65 | 77 | - |
| 2 | Аденго | - | - | - | - | 2 | 96 |
| 3 | Капрено + Меро | 40 | 9 | 3 | 52 | 1 | 98 |
| 4 | Мастер Пауэр | 54 | 10 | 8 | 72 | 0 | 100 |
| 5 | Лаудис + Меро | 46 | 9 | 10 | 65 | 0 | 100 |
| 6 | Элюмис | 41 | 10 | 4 | 55 | 1 | 98 |
| 7 | Кельвин Плюс + Даш | 42 | 8 | 5 | 55 | 3 | 95 |

Таблица 2

**Влияние гербицидов на засоренность однолетними двудольными сорняками
посевов кукурузы через 28 дней после их применения**

| № п/п | Вариант опыта | Количество сорняков до обработки | | | | | | Всего двудольных | % гибели |
|-------|--------------------|----------------------------------|----------|---------------------|----------|-------------------|----------|------------------|----------|
| | | канатник Теофраста | | щирица запрокинутая | | другие двудольные | | | |
| | | шт/м ² | % гибели | шт/м ² | % гибели | шт/м ² | % гибели | | |
| 1 | Контроль | 25 | - | 15 | - | 8 | - | 48 | - |
| 2 | Аденго | - | - | - | - | - | - | - | 100 |
| 3 | Капрено + Меро | 30 | 96 | 8 | 100 | 2 | 100 | 40 | 98 |
| 4 | Мастер Пауэр | 30 | 100 | 18 | 100 | 6 | 100 | 54 | 100 |
| 5 | Лаудис + Меро | 27 | 10 | 15 | 100 | 4 | 100 | 46 | 100 |
| 6 | Элюмис | 25 | 100 | 11 | 100 | 5 | 100 | 41 | 100 |
| 7 | Кельвин Плюс + Даш | 27 | 93 | 10 | 100 | 5 | 100 | 42 | 95 |

Через 48 дней после гербицидной обработки произвели повторную оценку эффективности различных схем системы защиты (табл. 3).

Несколько снизилась эффективность (на 2,0%) на вариантах с внесением гербицидов Элюмис и баковой смеси гербицидов Кельвин Плюс и Даш, а на варианте, где применялся гербицид Аденго, эффективность возросла на 4,0%, причем растения канатника Теофраста, не уничтоженные в начале их развития, дожили до самой уборки кукурузы (рис. 3, 4).

Перед уборкой фиксировалась также вторая волна распространения амброзии полыннолистной на вариантах, где были зафиксированы фитотоксическое действие некоторых гербицидов на отдельные гибриды кукурузы и их отставание в начальном развитии (рис. 5). На контроле перед уборкой преимущественное распространение (по массе) получила амброзия полыннолистная (рис. 6).

Таблица 3

Влияние гербицидов на засоренность посевов кукурузы через 48 дней после их применения

| № п/п | Вариант опыта | Количество сорняков до обработки, шт/м ² | | | До обработки гербицидами | Через 48 дней после обработки | % гибели |
|-------|--------------------|---|----------|-------------|--------------------------|-------------------------------|----------|
| | | двудольных | злаковых | многолетних | | | |
| 1 | Контроль | 48 | 12 | 5 | 65 | 77 | - |
| 2 | Аденго | - | - | - | - | 0 | 100 |
| 3 | Капрено + Мери | 40 | 9 | 3 | 52 | 1 | 98 |
| 4 | Мастер Пауэр | 54 | 10 | 8 | 72 | 0 | 100 |
| 5 | Лаудис + Мери | 46 | 9 | 10 | 65 | 0 | 100 |
| 6 | Элюмис | 41 | 10 | 4 | 55 | 2 | 96 |
| 7 | Кельвин Плюс + Даш | 42 | 8 | 5 | 55 | 4 | 93 |



Рис. 3. Устойчивые к действию гербицидов растения канатника Теофраста в посевах кукурузы (середина вегетации)

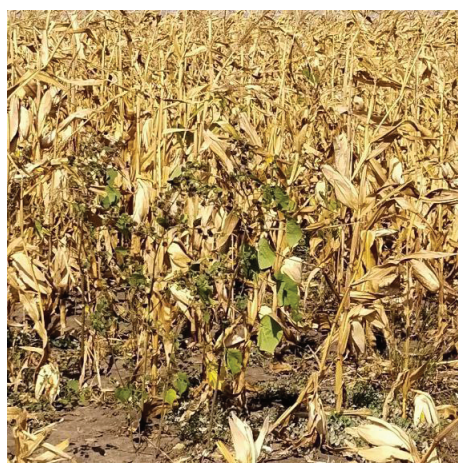


Рис. 4. Устойчивые к действию гербицидов растения канатника Теофраста в посевах кукурузы перед ее уборкой



Рис. 5. Распространение амброзии полыннолистной на вариантах, где было зафиксировано фитотоксическое действие гербицидов



Рис. 6. Амброзия полыннолистная на контроле (гербициды не применяли)

Оценка урожайности гибридов кукурузы селекции АО «Байер» при применении в технологии их возделывания изученных гербицидов показала, что самым эффективным было внесение гербицида Аденго в фазу 1–2 листа, обеспечившего прибавку в 56,1 ц/га (табл. 4). При этом урожайность гибридов кукурузы по среднеранней группе спелости составила 91,5 ц/га, а по среднеспелой – 77,1 ц/га.

Высокоэффективным было также применение баковой смеси Капрено + Меро, при которой прибавка составила 43,2 ц/га. При этом урожайность гибридов кукурузы по среднеранней группе спелости составила 82,7 ц/га, а по среднеспелой – 61,3 ц/га.

Несколько ниже была эффективность препарата Мастер Пауэр и баковой смеси Лаудис + Меро, когда прибавка составила 36,6 и 36,2 ц/га соответственно. При этом урожайность гибридов кукурузы по среднеранней группе спелости составила 80,4 и 80,4 ц/га, а по среднеспелой – 48,3 и 53,0 ц/га соответственно.

Ввиду выявленного фитотоксического действия гербицида Элюмис и баковой смеси гербицидов Кельвин Плюс + Даш на большинство гибридов их эффективность была минимальной по опыту – 20,1 и 23,4 ц/га соответственно. При этом урожайность гибридов кукурузы по среднеранней группе спелости составила 62,7 и 55,0 ц/га, а по среднеспелой – 36,4 и 60,0 ц/га соответственно.

При сравнении урожайности гибридов необходимо отметить более высокую урожайность гибридов среднеранней группы спелости по сравнению с гибридами средней группы спелости: 68,8 против 57,8 ц/га в среднем по опыту и 82,6 против 70,0 ц/га на фоне применения гербицидов фирмы АО «Байер».

Индивидуальные характеристики гибридов

Гибрид ДКС 3595. Максимальная урожайность получена при применении гербицида Мастер Пауэр и баковой смеси гербицидов Капрено + Меро (87,6 и 91,9 ц/га соответственно).

Гибрид ДКС 1. Максимальная урожайность получена при применении гербицидов Аденго и Мастер Пауэр (78,2 и 82,3 ц/га соответственно). Существенно более низкая урожайность формировалась при внесении баковой смеси гербицидов Кельвин Плюс + Даш, а также препарата Элюмис.

Гибрид ДКС 3789. Максимальная урожайность получена при применении гербицида Аденго (107,7 ц/га). На других вариантах отмечалась более низкая урожайность, особенно при внесении баковой смеси гербицидов Кельвин Плюс + Даш, а также препарата Элюмис.

Таблица 4

Влияние гербицидов на урожайность гибридов кукурузы

| № п/п | Гибрид (фактор А) | Гербицид (фактор В) | | | | | | | Среднее по гербицидам АО Байер | Среднее (А) |
|--|-------------------|---------------------|--------|-----------------|--------------|----------------|--------|--------------------|--------------------------------|-------------|
| | | Контроль | Аденго | Капрено + Метро | Мастер Пауэр | Лаудис + Метро | Элюмис | Кельвин Плюс + Даш | | |
| Среднеранняя группа спелости | | | | | | | | | | |
| 1 | ДКС 3595 | 41,0 | 83,3 | 91,9 | 87,6 | 75,6 | 72,5 | 66,7 | 84,6 | 74,1 |
| 2 | ДКС 1 | 25,4 | 78,2 | 64,5 | 82,3 | 74,6 | 55,8 | 44,7 | 74,9 | 60,8 |
| 3 | ДКС 3789 | 34,7 | 107,7 | 87,7 | 79,2 | 79,2 | 64,9 | 55,7 | 88,5 | 72,7 |
| 4 | ДКС 3402 | 33,9 | 89,5 | 78,9 | 78,1 | 79,2 | 77,5 | 53,6 | 81,4 | 70,1 |
| 5 | ДКС 3969 | 33,0 | 98,9 | 90,4 | 74,7 | 71,0 | 43,0 | 54,5 | 83,8 | 66,5 |
| Среднее | | 33,6 | 91,5 | 82,7 | 80,4 | 75,9 | 62,7 | 55,0 | 82,6 | 68,8 |
| Средняя группа спелости | | | | | | | | | | |
| 6 | ДКС 2 | 22,2 | 88,8 | 76,5 | 53,8 | 44,9 | 19,3 | 43,7 | 66,0 | 49,8 |
| 7 | ДКС 3 | 26,4 | 104,6 | 69,0 | 53,2 | 54,3 | 37,2 | 40,4 | 70,3 | 55,0 |
| 8 | ДКС 3710 | 25,6 | 92,3 | 62,5 | 66,4 | 60,3 | 49,1 | 48,1 | 70,4 | 57,8 |
| 9 | ДКС 4178 | 21,5 | 65,9 | 41,9 | 47,9 | 55,1 | 36,4 | 60,0 | 52,7 | 47,0 |
| 10 | ДКС 4541 | 19,2 | 56,1 | 51,9 | 36,8 | 51,5 | 43,3 | 39,4 | 49,1 | 42,6 |
| 11 | ДКС 4792 | 22,4 | 79,9 | 72,1 | 48,3 | 53,0 | 28,1 | 54,6 | 63,3 | 51,3 |
| 12 | ДКС 5075 | 18,5 | 52,1 | 55,5 | 55,1 | 59,5 | 38,4 | 43,4 | 55,6 | 46,1 |
| Среднее | | 22,3 | 77,1 | 61,3 | 51,6 | 54,1 | 36,0 | 47,1 | 61,0 | 49,9 |
| Среднее (В) | | 27,0 | 83,1 | 70,3 | 63,6 | 63,2 | 47,1 | 50,4 | 70,0 | 57,8 |
| <i>НСР₀₅ = 3,6; НСР₀₅ фактор А = 1,4; НСР₀₅ фактор В = 1,0; НСР₀₅ АВ = 3,6</i> | | | | | | | | | | |

Гибрид ДКС 3402. Максимальная урожайность получена при применении гербицида Аденго (89,5 ц/га). На других вариантах отмечалась более низкая урожайность, особенно при внесении баковой смеси гербицидов Кельвин Плюс + Даш.

Гибрид ДКС 3969. Максимальная урожайность получена при применении баковой смеси Капрено + Мерио и гербицида Аденго (90,4 и 98,9 ц/га соответственно). Существенно более низкая урожайность формировалась при внесении баковой смеси гербицидов Кельвин Плюс + Даш, а также препарата Элюмис.

Гибрид ДКС 2. Максимальная урожайность получена при применении гербицида Аденго (88,8 ц/га). На других вариантах отмечалась более низкая урожайность, особенно при внесении препарата Элюмис.

Гибрид ДКС 3. Максимальная урожайность получена при применении гербицида Аденго (104,6 ц/га). На других вариантах отмечалась более низкая урожайность, особенно при внесении баковой смеси гербицидов Кельвин Плюс + Даш, а также препарата Элюмис.

Гибрид ДКС 3710. Максимальная урожайность получена при применении гербицида Аденго (92,3 ц/га). На других вариантах отмечалась более низкая урожайность, особенно при внесении баковой смеси гербицидов Кельвин Плюс + Даш, а также препарата Элюмис.

Гибрид ДКС 4178. Максимальная урожайность получена при применении баковой смеси Кельвин Плюс + Даш и гербицида Аденго (60,0 и 65,5 ц/га соответственно). Существенно более низкая урожайность формировалась при внесении препарата Элюмис.

Гибрид ДКС 4541. Максимальная урожайность получена при применении гербицида Аденго (56,1 ц/га). Существенно более низкая урожайность формировалась при внесении баковой смеси гербицидов Кельвин Плюс + Даш, а также гербицидов Элюмис и Мастер Пауэр.

Гибрид ДКС 4792. Максимальная урожайность получена при применении гербицида Аденго (79,9 ц/га). Существенно более низкая урожайность формировалась при внесении гербицидов Элюмис и Мастер Пауэр.

Гибрид ДКС 5075. Максимальная урожайность получена при применении баковой смеси гербицидов Лаудис + Мерио (59,5 ц/га). Существенно более низкая урожайность формировалась при внесении гербицида Элюмис.

Максимальная урожайность получена при внесении гербицида Аденго (0,5 л/га) в фазу 1–2 листьев в технологии возделывания гибридов кукурузы ДКС 3969, ДКС 3 и ДКС 3789 (98,9, 104,6 и 107,7 ц/га соответственно).

Выводы

Посевы кукурузы преимущественно засорены однолетними двудольными сорняками – такими, как канатник Теофраста, щирица запрокинутая, амброзия полыннолистная, марь белая, мак самосейка, пастушья сумка. Злаковые (однодольные) сорняки представлены щетинником сизым, щетинником зеленым и куриным просом. Многолетние сорняки представлены вьюнком полевым.

Все гербициды обладают высокой эффективностью, которая составляет от 9% у баковой смеси Кельвин Плюс + Даш, 96% у препарата Элюмис и 98% у баковой смеси Капрено + Мерио до 100% у баковой смеси гербицидов Лаудис + Мерио, а также гербицидов Мастер Пауэр и Аденго.

Баковая смесь гербицидов Кельвин Плюс + Даш, а также гербицид Элюмис обладают фитотоксическим действием на отдельные гибриды кукурузы – в основном средней группы спелости (особенно на гибриды ДКС 2 и ДКС 4792).

Самым эффективным является гербицид Аденго, внесенный в фазу 1–2 настоящих листьев, обеспечивающий прибавку урожая в 56,1 ц/га. При этом урожайность гибридов кукурузы по среднеранней группе спелости составила 91,5 ц/га, а по среднеспелой группе – 77,1 ц/га.

Для получения урожайности кукурузы в 100 ц/га необходимо внесение гербицида Аденго (0,5 л/га) в фазу 1–2 настоящих листьев в технологии возделывания ее гибридов ДКС 3969, ДКС 3 и ДКС 3789.

Библиографический список

1. Антонов В.Г., Дементьев Д.А. Эффективность комплексной защиты озимой пшеницы новыми препаратами АО фирмы «Август» // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2019. – № 3 (31). – С. 97–103.

2. Багринцева В.Н., Борщ Т.И., Шмалько И.А., Кравченко Р.В. Засоренность и урожайность кукурузы при разной обработке почвы // Защита и карантин растений. – 2006. – № 2. – С. 29–30.

3. Бусыгин Е.И. Эффективность комплексного применения биологических и химических средств защиты растений // Защита и карантин растений. – 2017. – № 3. – С. 79.

4. Власова О.И., Передериева В.М., Дорожко Г.Р., Вольтерс И.А. Сорные растения и их контроль в агрофитоценозах полевых культур: Учебное пособие. – Ставрополь, 2018. – 80 с.

5. Захаренко В.А. Научные и научно-технические проблемы обеспечения химической безопасности // Агрохимия. – 2014. – № 11. – С. 17–19.

6. Кравченко Р.В. Засоренность посевов кукурузы в зависимости от основной обработки почвы и гербицидов в условиях зоны достаточного увлажнения Центрального Предкавказья // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2012. – № 82. – С. 740–824.

7. Кузнецова С.В., Багринцева В.Н. Оценка эффективности и фитотоксичности гербицидов на кукурузе // Известия ТСХА. – 2022. – № 2. – С. 70–78.

8. Очнев А.С. Продуктивность гибридов и самоопыленных линий кукурузы в зависимости от химического способа борьбы с сорняками на выщелоченном черноземе Западного Предкавказья: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Краснодар, 2006. – 27 с.

9. Тараканов Р.И., Мазиров М.А. Комплексная оценка гербицидов на льне масличном в условиях Камешкирского района Пензенской области // Аграрная наука – сельскому хозяйству: Сборник материалов XIV Международной научно-практической конференции: В 2 кн. – 2019. – С. 256–257.

10. Cox W.J., Hahn R.R. Time of weed removal with glyphosate affects maize (*Zea mays* L.) growth and yield components // Stachowski Agron J. – 2006. – № 98. – Pp. 49–353.

11. Gower S.A., Loux M.M., Harrison K. Effect of planting date, residual herbicide, and postemergence application liming in control and grain yield in glyphosate-tolerance maize (*Zea mays*) // Weed Technol. – 2002. – № 16. – Pp. 488–494.

EFFECTIVENESS OF NEW HERBICIDES ON CORN CROPS IN THE CONDITIONS OF THE WESTERN CISCAUCASUS

N.N. FILIPENKO, R.V. KRAVCHENKO, S.I. LUCHINSKY

(Kuban State Agrarian University)

When studying the effectiveness of using promising herbicides on crops of corn hybrids in the central zone of the Krasnodar Territory, it was found that corn crops are predominantly contaminated with dicotyledonous weeds such as Theophrastus rope, upturned acorn grass, ragwort, white pigweed, self-seeded poppy, and shepherd's purse. Cereal (monocot) weeds are represented by blue bristle grass, green bristle grass and chicken millet. Perennial weeds include by field bindweed. The most effective herbicide is Adengo in the 1–2 leaf stage, giving a yield increase of 56.1 c/ha. At the same time, corn hybrids in the mid-early group yielded 91.5 c/ha and those in the mid-ripening group 77.1 c/ha. To obtain a corn yield of 100 c/ha, it is necessary to apply the herbicide Adengo (0.5 l/ha) at the stage of 1–2 leaves in the technology of cultivation of its hybrids DKS3969, DKS3 and DKS3789.

Keywords: corn, hybrids, herbicides, weediness, yield.

References

1. Antonov V.G., Dement'ev D.A. Efficiency of complex protection of winter wheat with new preparations of JSC August. *Legumes and Groat Crops*. 2019;3(31):97–103. (In Russ.)
2. Bagrintseva V.N., Borshch T.I., Shmal'ko I.A., Kravchenko R.V. Weediness and yield of corn under different soil tillage. *Plant Protection and Quarantine*. 2006;2:29–30. (In Russ.)
3. Busygin E.I. Efficiency of complex application of biological and chemical means of plant protection. *Plant Protection and Quarantine*. 2017;3:79. (In Russ.)
4. Vlasova O.I., Perederieva V.M., Dorozhko G.R., Vol'ers I.A. *Weeds and their control in agrophytocenoses of field crops: a textbook*. Stavropol, Russia, 2018:80. (In Russ.)
5. Zakharenko V.A. Scientific and technical problems of chemical safety in Russia. *Agrohimia*. 2014;11:17–19. (In Russ.)
6. Kravchenko R.V. Contamination of crops of corn depending on the main processing of the soil and herbicides in the conditions of the zone of sufficient moistening of the Central Ciscaucasia. *Polythematic online scientific journal of Kuban State Agrarian University*. 2012;82:740–824. (In Russ.)
7. Kuznetsova S.V., Bagrintseva V.N. Assessment of efficiency and phytotoxicity of herbicides for corn. *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy (TAA)*. 2022;(2):70–78. (In Russ.)
8. Ochnev A.S. Productivity of hybrids and self-pollinated lines of maize depending on the chemical method of weed control on leached chernozem of the Western Caucasus. CSc (Agr) thesis. Krasnodar, Russia, 2006:27. (In Russ.)
9. Tarakanov R.I., Mazirov M.A. Integrated assessment of herbicides on oilseed flax in the conditions of Kameshkirsky district of Penza region. In: *Agrarian science to agriculture. Proceedings of the XIV International Scientific and Practical Conference. In 2 books*. 2019:256–257. (In Russ.)
10. Cox W.J., Hahn R.R. Time of weed removal with glyphosate affects maize (*Zea mays* L.) growth and yield components. *Stachowski Agron J*. 2006;98:49–353.
11. Gower S.A., Loux M.M., Harrison K. Effect of planting date, residual herbicide, and postemergence application liming in control and grain yield in glyphosate-tolerance maize (*Zea mays*). *Weed Technol*. 2002;16:488–494.

Сведения об авторах

Филипенко Николай Николаевич, канд. с.-х. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина», кафедра фитопатологии, энтомологии и защиты растений; 350044, Российская Федерация, г. Краснодар, ул. Калинина, 13; e-mail: filipenko.n@kubsau.ru; тел.: (918) 452-44-26

Кравченко Роман Викторович, д-р с.-х. наук, профессор, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина», кафедра общего и орошаемого земледелия; 350044, Российская Федерация, г. Краснодар, ул. Калинина, 13; e-mail: kravchenko.r@kubsau.ru; тел.: (928) 041-24-25

Лучинский Сергей Ильич, канд. с.-х. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина», кафедра общего и орошаемого земледелия; 350044, Российская Федерация, г. Краснодар, ул. Калинина, 13; e-mail: luchinsky.s@kubsau.ru; тел.: (909) 468-28-14

About the authors

Nikolay N. Filipenko, CSc (Agr), Associate Professor, Department of Phytopathology, Entomology and Plant Protection, Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin (13 Kalinina St., Krasnodar, 350044, Russian Federation; phone: (918) 452-44-26; e-mail: filipenko.n@kubsau.ru)

Roman V. Kravchenko, DSc (Agr), Professor, Department of General and Irrigated Agriculture, Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin (13 Kalinina St., Krasnodar, 350044, Russian Federation; phone: (928) 041-24-25; e-mail: kravchenko.r@kubsau.ru)

Sergey I. Luchinsky, CSc (Agr), Associate Professor, Department of General and Irrigated Agriculture, Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin (13 Kalinina St., Krasnodar, 350044, Russian Federation; phone: (909) 468-28-14; e-mail: luchinsky.s@kubsau.ru)

БЕЛКОВАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ РАННЕСПЕЛЫХ СОРТОВ СОИ В УСЛОВИЯХ КАЛУЖСКОЙ ОБЛАСТИ

В.К. ХРАМОЙ, Т.Д. СИХАРУЛИДЗЕ, О.В. РАХИМОВА

(Калужский филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»)

В статье представлены данные по продолжительности вегетационного периода, накоплению биомассы, семенной продуктивности, содержанию белка в семенах и сбору белка с урожаем семян четырех раннеспелых сортов сои: Магева, Касатка, Светлая, Георгия селекции Института семеноводства и агротехнологий – филиала Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ». Изучение раннеспелых сортов сои, способных устойчиво вызревать в условиях Нечерноземной зоны, направлено на решение проблемы дефицита белка в производимом в сельхозпредприятиях зернофураже, что имеет важное значение для развития животноводства. Исследования проводились на дерново-подзолистой супесчаной почве в 2018–2019 гг. Наименьший период вегетации имели сорта сои Светлая и Касатка (94 дня), на 9 дней длиннее был период вегетации у сорта Магева, на 14 дней – у сорта Георгия. Наиболее скороспелым сортам сои Светлая и Касатка для формирования урожая семян достаточно суммы температур на уровне 1623°C. Сорта сои Магева и Георгия требуют сумму температур на 150–200°C выше. Большим уровнем накопления биомассы и большей урожайностью семян характеризуются сорта с большим периодом вегетации – Георгия и Магева, у которых в среднем за 2 года урожайность семян составила, соответственно, 1,64 и 1,48 т/га, в то время как у сортов Светлая и Касатка – 1,30 и 1,34 т/га соответственно. Наиболее высоким содержанием белка в семенах характеризуются сорта сои Магева (40,7%) и Касатка (39,8%), наименьшим – сорт Георгия (36,1%). Сбор белка с урожаем семян в большей степени зависел от урожайности семян. Коэффициент корреляции между сбором белка и урожайностью семян составил 0,91, а между сбором белка и содержанием белка в семенах – 0,19. Наибольший сбор белка обеспечили сорта Магева и Георгия: 602 и 599 кг/га соответственно. Наименьший сбор белка был у сортов Касатка (529 кг/га) и Светлая (500 кг/га).

Ключевые слова: соя, раннеспелые сорта, вегетационный период, накопление биомассы, семенная продуктивность, содержание белка, сбор белка.

Введение

Сдерживающим фактором развития животноводства в России является дефицит кормового растительного белка. По данным ФНИЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» (ранее – ФГБНУ «ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса»), в отдельных хозяйствах дефицит белка достигает 30% [1]. В значительной степени это связано с низкой долей зернобобовых культур в структуре посевных площадей сельскохозяйственных предприятий. Так, площадь зернобобовых культур в Российской Федерации в 2022 г. составила 5856 тыс. га, а их доля в структуре посевов зерновых и зернобобовых культур – 11,5%. В Калужской области эти показатели составляют 2,2 тыс. га и 2,3% соответственно [2].

В мировом земледелии главная роль в производстве растительного белка отводится сое, так как по содержанию белка в семенах она значительно превосходит зерновые и многие зернобобовые культуры [3, 4]. Посевная площадь сои в мире составляет 130,4 млн га [5]. По данному показателю она входит в четверку наиболее распространенных полевых культур наряду с пшеницей, рисом и кукурузой.

В России также этой культуре уделяется большое внимание. За период с 2011 по 2022 гг. площадь посевов сои в России увеличилась в 2,6 раза (в среднем на 9,5% в год), составив в 2022 г. почти 3,5 млн га, что в 1,5 раза больше площади всех прочих зернобобовых культур, вместе взятых [6]. Лидерами по производству сои в нашей стране являются Дальневосточный и Черноземный регионы. Расширяются посевы сои и в Нечерноземной зоне, в том числе в Калужской области. Площадь посевов сои в Калужской области в 2022 г. составила 1,1 тыс. га и сравнялась с площадью посевов прочих зернобобовых культур [6].

Главными недостатками сои, сдерживающими ее распространение в Нечерноземной зоне, являются высокая потребность в сумме активных температур и продолжительный период вегетации [7–9].

Наиболее чувствительно реагирует соя на дефицит тепла в период генеративного развития. Избыточное увлажнение, особенно в период созревания семян, отрицательно влияет на ее урожайность. Наибольшую урожайность семян в условиях Калужской области соя формирует в годы с повышенным температурным режимом и со средним количеством осадков [10–12].

В России проводится целенаправленная селекционная работа по созданию скороспелых сортов сои, способных устойчиво вызревать в условиях Центрального района Нечерноземной зоны. Лидером в этом направлении является Институт семеноводства и агротехнологий – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ». Наиболее скороспелые сорта, созданные в этом институте (Касатка и Светлая), в условиях Калужской области стабильно вызревают в третьей декаде августа, что обеспечивает проведение уборочных работ в достаточно благоприятных погодных условиях [13–15]. Для внедрения сои в производство имеют важное значение, кроме скороспелости, урожайность сортов сои и выход белка с урожаем семян.

Цель исследований: определить урожайность и белковую продуктивность наиболее скороспелых сортов сои в условиях дерново-подзолистой супесчаной почвы Калужской области.

Материал и методы исследований

Исследования проводились на опытном поле Калужского филиала РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева в 2018–2019 гг. Изучали 4 сорта сои селекции Института семеноводства и агротехнологий – филиала ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ»: Магева, Светлая, Касатка, Георгия. Почва опытного участка – дерново-подзолистая супесчаная, слабо оглеенная; глубина пахотного слоя – 20–22 см; рН солевой вытяжки – 5,6; содержание гумуса по Тюрину – 1,2%; содержание P_2O_5 (по Кирсанову) – 165–170 мг/кг, K_2O (по Масловой) – 71–80 мг/кг почвы.

Агротехника в опыте – классическая отвальная: зяблевая вспашка на глубину составляла 20–22 см; ранневесеннее боронование; предпосевная культивация – на глубину 8–10 см. Для оптимизации калийного питания перед предпосевной культивацией вносили калийные удобрения из расчета 60 кг/га K_2O . Непосредственно перед посевом проводили инокуляцию семян активным штаммом ризобий 636 б. Опыт заложен методом рендомизированных повторений, повторность – 4-кратная. Посев

проводили в конце первой декады мая. Способ посева – широкорядный с шириной междурядий 45 см. Норма высева составляла 600 тыс. шт. всхожих семян на 1 га. В период вегетации проводили фенологические наблюдения, определяли густоту растений, рост в высоту, накопление биомассы, биологическую урожайность семян. Использовали общепринятые методы проведения полевого опыта [16, 17]. Статистический анализ результатов проводили с использованием приложения Microsoft Office Excel и статистического пакета IBM SPSS Statistics.

Результаты и их обсуждение

Климат Калужской области является экстремальным для сои, поэтому развитие ее в значительной степени определяется складывающимися погодными условиями. Погодные условия в годы проведения исследований были контрастными. В 2018 г. в течение вегетационного периода температурный режим значительно превышал среднемноголетний уровень за исключением первой декады июня. Так, в мае среднесуточная температура воздуха превышала норму на 7,8°C, в июле – на 2,9°C, в августе – на 2,7°C. Соответственно и сумма температур по месяцам превышала среднемноголетние данные: в мае – в 1,6 раза, в июле и в августе – в 1,2 раза. В то же время в первой декаде июня наблюдалось аномальное снижение среднесуточной температуры воздуха до 8,8°C, а в среднем за декаду она составила 12,9°C, что является для сои критичным. Количество осадков за май-август 2018 г. составило 41,7% от климатической нормы. Наименьшее количество осадков выпало в июне и августе: соответственно в 3,0 и 2,9 раза меньше нормы. В результате в июне и августе сложились острозасушливые условия, и ГТК составил, соответственно, 0,45 и 0,43 (табл. 1).

Таблица 1

Гидротермические показатели в годы проведения исследований

| Показатель | Май | Июнь | Июль | Август | Май-август |
|--------------------------|------|-------|-------|--------|------------|
| 2018 г. | | | | | |
| Сумма температур, °С | 623 | 507 | 648 | 595 | 2373 |
| Количество осадков, мм | 39,4 | 22,7 | 80,7 | 25,6 | 168,4 |
| ГТК | 0,63 | 0,45 | 1,24 | 0,43 | 0,71 |
| 2019 г. | | | | | |
| Сумма температур, °С | 486 | 588 | 504 | 496 | 2074 |
| Количество осадков, мм | 47,5 | 114,4 | 144,7 | 107,0 | 413,6 |
| ГТК | 0,98 | 1,94 | 2,87 | 2,16 | 1,99 |
| Среднемноголетние данные | | | | | |
| Сумма температур, °С | 381 | 486 | 558 | 512 | 1937 |
| Количество осадков, мм | 54,0 | 69,0 | 92,0 | 75,0 | 290,0 |
| ГТК | 1,42 | 1,42 | 1,65 | 1,46 | 1,50 |

В 2019 г. погодные условия были диаметрально противоположными. Погода в течение вегетационного периода была умеренно теплой с повышенным количеством осадков. В июне и июле сумма температур превышала среднемноголетние данные на 27,6 и 21,0% соответственно, а в июле и августе была ниже таковых, соответственно, на 9,7 и 3,1%. Количество осадков за май-август было выше климатической нормы в 1,4 раза. Наибольшее количество их выпало в июне и июле – в 1,6–1,7 раза больше месячной нормы. ГТК за май-август составил 1,99 при норме 1,50. Таким образом, наиболее благоприятные погодные условия были в 2019 г.

Проведенные исследования показали, что наименьший период вегетации имели сорта Светлая и Касатка: в среднем 94 дня, на 9 дней был длиннее период вегетации у сорта Магева, на 14 дней – у сорта Георгия (табл. 2). Фаза полной спелости у сортов Светлая и Касатка наступала в середине августа, а у сортов Магева и Георгия – в конце августа, что является достаточно благоприятным периодом для уборочных работ.

Сумма температур за вегетационный период значительно различалась по годам исследований. В 2018 г. она была на 168–184°C выше, чем в 2019 г. Принято считать, что наиболее стабильным показателем, определяющим скороспелость сорта, является сумма активных температур за вегетационный период. Однако, как следует из нашего опыта, в экстремальных погодных условиях это правило нарушается. Так, если продолжительность вегетационного периода отклонялась от средних за 2 года значений на 0,97–1,40%, то отклонение суммы температур составило 4,5–5,4%. Наиболее скороспелым сортам сои (Светлая и Касатка) для формирования урожая семян достаточно было суммы температур на уровне 1623°C. Сорта сои Магева и Георгия требуют более высокую сумму температур, то есть на 150–200°C выше, чем сорта Светлая и Касатка.

Учет накопления биомассы производили в период блестящих бобов (микрофаза R6 согласно международной классификации) [18, 19].

Наибольшее накопление биомассы имели сорта Георгия и Магева – 2,64 и 2,62 т/га соответственно. Накопление биомассы у сортов Светлая и Касатка было меньше, соответственно, на 12,2% и 19,3% (табл. 3). Наибольшая биологическая урожайность семян была у сорта Георгия, составив в среднем за 2 года 1,64 т/га. У сорта Магева урожайность семян была ниже на 0,16 т/га, или на 9,8%, у сортов Касатка и Светлая – ниже, соответственно, на 0,30 и 0,34 т/га (18,3% и 20,7%). Соя, как растение муссонного климата, чувствительно реагировала на дефицит влаги. В засушливом 2018 г. накопление биомассы у сортов сои было ниже, чем в 2019 г., на 22,8–44,8%, урожайность семян была ниже на 16,7–46,8%. Наиболее чувствительно реагировал на дефицит влаги сорт Касатка.

Таблица 2

Продолжительность вегетационного периода и сумма температур за вегетационный период сортов сои (2018–2019 гг.)

| Сорт | Период вегетации, дней | | | Сумма температур, °С | | |
|-------------|------------------------|------|-----------|----------------------|------|-----------|
| | 2018 | 2019 | В среднем | 2018 | 2019 | В среднем |
| Магева – st | 102 | 104 | 103 | 1957 | 1788 | 1873 |
| Светлая | 93 | 95 | 94 | 1807 | 1623 | 1715 |
| Касатка | 93 | 95 | 94 | 1807 | 1623 | 1715 |
| Георгия | 106 | 109 | 108 | 2020 | 1852 | 1986 |

Важнейшим показателем качества семян сои является содержание в них белка [20]. Как показали наши исследования, содержание белка зависит как от сортовых особенностей, так и от погодных условий (табл. 4). Среди изучаемых сортов по этому показателю выделяются сорта Магева и Касатка. В среднем за 2 года содержание белка в семенах у этих сортов составило, соответственно, 40,7% и 39,8%. Самое низкое содержание белка было у сорта Георгия – 36,1%. Засушливая и жаркая погода способствовала увеличению содержания белка в семенах сои. Так, в 2018 г. на фоне высоких температур воздуха и дефицита осадков содержание белка в семенах сои было выше, чем в прохладном и дождливом 2019 г., на 1,4–4,8%.

Сбор белка с урожаем семян в большей степени зависел от урожайности семян, чем от содержания белка в семенах. Коэффициент корреляции между сбором белка и урожайностью семян составил 0,91, а между сбором белка и содержанием белка в семенах – 0,19. Наибольший сбор белка обеспечили сорта Магева и Георгия: соответственно 599 и 590 кг/га. При этом у сорта Георгия урожайность была максимальной, содержание белка в семенах – минимальным, а у сорта Магева урожайность была средней, содержание белка в семенах – максимальным. Наименьший сбор белка был у сортов Касатка (529 кг/га) и Светлая (500 кг/га). Данные сорта характеризовались средним уровнем содержания белка и минимальной урожайностью.

Таблица 3

**Накопление надземной биомассы
и биологическая урожайность семян сортов сои (2018–2019 гг.)**

| Сорт | Накопление биомассы (блестящие бобы), т/га | | | Биологическая урожайность семян, т/га | | |
|-------------------|--|------|-----------|---------------------------------------|------|-----------|
| | 2018 | 2019 | в среднем | 2018 | 2019 | в среднем |
| Магева | 2,33 | 2,86 | 2,62 | 1,34 | 1,61 | 1,48 |
| Светлая | 2,02 | 2,58 | 2,30 | 1,20 | 1,40 | 1,30 |
| Касатка | 1,74 | 2,52 | 2,13 | 1,09 | 1,60 | 1,34 |
| Георгия | 2,26 | 3,01 | 2,64 | 1,34 | 1,95 | 1,64 |
| НСР ₀₅ | 0,27 | 0,21 | - | 0,18 | 0,15 | - |

Таблица 4

Содержание белка в семенах и сбор белка с урожаем семян (2018–2019 гг.)

| Сорт | Содержание белка в семенах, % | | | Сбор белка с урожаем семян, кг/га | | |
|-------------------|-------------------------------|------|-----------|-----------------------------------|------|-----------|
| | 2018 | 2019 | в среднем | 2018 | 2019 | в среднем |
| Магева | 41,4 | 40,0 | 40,7 | 554 | 644 | 599 |
| Светлая | 39,5 | 37,6 | 38,6 | 474 | 526 | 500 |
| Касатка | 42,2 | 37,4 | 39,8 | 460 | 598 | 529 |
| Георгия | 37,3 | 34,9 | 36,1 | 500 | 680 | 590 |
| НСР ₀₅ | 2,1 | 2,3 | - | 71,2 | 56,3 | - |

Выводы

Проведенные исследования показали, что наиболее скороспелыми являются сорта сои Касатка и Светлая, период вегетации у которых составляет 93–95 дней. В условиях Калужской области при раннем посеве они созревают во второй декаде августа. Период вегетации у сортов Магева и Георгия длиннее, соответственно, на 9 и 14 дней, и созревают они в третьей декаде августа.

Наиболее скороспелым сортам сои (Светлая и Касатка) для формирования урожая семян достаточно суммы температур на уровне 1623°C. Сорта сои Магева и Георгия требуют сумму температур на 150–200°C выше.

Более высоким уровнем накопления биомассы и большей урожайностью семян характеризуются менее скороспелые сорта сои – Георгия и Магева. Урожайность семян у них составила, соответственно, 1,64 и 1,48 т/га, в то время как урожайность наиболее скороспелых сортов (Светлая и Касатка) – 1,30 и 1,34 т/га соответственно.

Наиболее высоким содержанием белка в семенах характеризуются сорта сои Магева (40,7%) и Касатка (39,8%), наименьшим – сорт Георгия (36,1%). Сбор белка с урожаем семян в большей степени зависел от урожайности семян, чем от их белковистости. Наибольший сбор белка обеспечили сорта Магева и Георгия – 599 и 590 кг/га соответственно. Наименьший сбор белка был у сортов Касатка и Светлая – 529 и 500 кг/га соответственно.

В экстремальных погодных условиях в разные годы исследований у одного и того же сорта наблюдаются большие колебания в сумме активных температур за вегетационный период. Отклонение от среднего показателя составило по сортам 4,5–7,2%. Более высокие отклонения характерны для наиболее скороспелых сортов.

Большим уровнем накопления биомассы и большей урожайностью семян характеризуются сорта с большим периодом вегетации: Георгия (1,64 т/га) и Магева (1,48 т/га). Наименьшая урожайность семян получена у сортов Светлая (1,30 т/га) и Касатка (1,34 т/га).

Наиболее высоким содержанием белка в семенах характеризуются сорта сои Магева (40,7%) и Касатка (39,8%), наименьшее содержание белка в семенах характерно для сорта Георгия (36,1%).

Библиографический список

1. *Косолапов В.М., Трофимов И.А., Трофимова Л.С.* Кормопроизводство в сельском хозяйстве, экологии и рациональном природопользовании (теория и практика). – М., 2014. – 135 с.
2. Российский статистический ежегодник. – 2022. – URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Ejegovdnik_2022.pdf.
3. *Зеленцов С.В., Мошненко Е.В.* Перспективы селекции высокобелковых сортов сои: моделирование механизмов увеличения белка в семенах // Масличные культуры: Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2016. – № 2. – С. 34–41.
4. *Мазуров В.Н., Лукашов В.Н., Исаков А.Н.* Использование зернобобовых культур и бобово-злаковых зерносмесей на корм скоту в условиях Калужской области // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2013. – № 2 (6). – С. 123–125.
5. Соя в мире и России: производство, внутреннее потребление, внешняя торговля. – М.: Востокгосплан, 2022. – 30 с. – URL: <https://vostokgosplan.ru/wp-content/uploads/soja-v-mire-i-rossii-proizvodstvo-vnutrennee-potreblenie-vneshnjaja-torgovlja.pdf>.

6. Посевные площади, валовые сборы и урожайность сельскохозяйственных культур в Российской Федерации в 2022 г. / Федеральная служба Государственной статистики (РОССТАТ). Главный межрегиональный центр. – URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/29_cx_predv_2022.xlsx.

7. *Бельшикина М.Е.* Фотосинтетическая деятельность посевов и формирование урожая раннеспелых сортов сои // Известия ТСХА. – 2019. – № 1. – С. 34–44. EDN EWTVFZ.

8. *Гуреева Е.В.* Формирование урожая семян новых скороспелых сортов сои в зависимости от норм высева и способов посева в условиях Центрального района Нечерноземной зоны РФ: Дис. ... канд. с.-х. наук. – Москва, 2009. – 159 с. EDN NQREOF.

9. *Кобозева Т.П.* Научно-практические основы интродукции и эффективного возделывания сои в Нечерноземной зоне Российской Федерации: Дис. ... д-ра с.-х. наук. – Москва, 2007. – 390 с. EDN QDXWGT.

10. *Бельшикина М.Е., Кобозева Т.П., Гуреева Е.В.* Рост и развитие сортов сои северного экотипа в зависимости от влияния лимитирующих факторов вегетационного периода // Аграрный научный журнал. – 2020. – № 9. – С. 4–9. DOI: [10.28983/asj.y2020i9pp4-9](https://doi.org/10.28983/asj.y2020i9pp4-9). EDN FMBIUQ.

11. *Сихарулидзе Т.Д., Храмой В.К.* Влияние температурного режима на продолжительность вегетационного периода и урожайность сои в условиях Центрального Нечерноземья // Известия ТСХА. – 2017. – № 4. – С. 32–39. EDN ZSHEGJ.

12. *Храмой В.К., Сихарулидзе Т.Д.* Влияние условий увлажнения на продолжительность вегетационного периода и урожайность сои в условиях Центрального Нечерноземья // Плодородие. – 2017. – № 4 (97). – С. 24–26. EDN ZCQBMN.

13. *Гуреева Е.В., Фомина Т.А.* Соя для Центрального Нечерноземья // Земледелие. – 2010. – № 3. – С. 45–46. EDN MGUEQB.

14. *Тевченков А.А., Федорова З.С.* Оценка пригодности различных сортов сои к возделыванию в условиях Центрального района Нечерноземья РФ // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2022. – Т. 23, № 6. – С. 796–804. DOI: [10.30766/2072-9081.2022.23.6.796-804](https://doi.org/10.30766/2072-9081.2022.23.6.796-804). EDN CNOESC.

15. *Сихарулидзе Т.Д., Храмой В.К., Рахимова О.В.* Влияние норм высева на формирование симбиотического аппарата и накопление биомассы посевами сои в условиях Центрального района Нечерноземной зоны // Научные основы устойчивого развития сельскохозяйственного производства в современных условиях: Сборник научных трудов по материалам XV научно-практической конференции с международным участием, Калуга, 15 апреля 2022 г. / Под ред. В.Н. Мазурова. – Калуга: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр картофеля имени А.Г. Лорха», 2022. – С. 72–75. EDN ХААЕFM.

16. *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): Учебник для студентов высших сельскохозяйственных учебных заведений по агрономическим специальностям. – Изд. 6-е, стер., перепеч. с 5-го изд. 1985 г. – Москва: Альянс, 2011. EDN QLCQEP.

17. Методика Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – М., 1985. – 116 с.

18. *Board J.E., Kahlon C.S.* Soybean Yield Formation: What Controls It and How It Can Be Improved, Soybean Physiology and Biochemistry, Prof. Hany El-Shemy (Ed.). – 2011. – 488 p.

19. *Egli D.B.* Soybean reproductive sink size and short-term reductions in photosynthesis during flowering and pod set // Crop Sci. – 2010. – Vol. 50. – Pp. 1971–1977.

20. *Гуреева Е.В., Фомина Т.А.* Соя – источник растительного белка // Аграрная наука. – 2017. – № 11–12. – С. 20–21. EDN YMSTXG.

PROTEIN PRODUCTIVITY OF EARLY-MATURING SOYBEAN VARIETIES IN THE CONDITIONS OF THE KALUGA REGION

V.K. KHRAMOY, T.D. SIKHARULIDZE, O.V. RAKHIMOVA

(Kaluga Branch of the Russian State Agrarian University –
Moscow Timiryazev Agricultural Academy)

The article presents data on the duration of the growing season, biomass accumulation, seed productivity, protein content in seeds and protein yield with seed yield of four early-maturing soybean varieties – Magheva, Kasatka, Svetlaya, and Georgiya of the selection of the Institute of Seed Production and Agrotechnology – a branch of the Federal Scientific Agroengineering Center VIM. The study of early-maturing soybean varieties capable of sustainable maturing in the Non-chernozem zone is aimed at solving the problem of protein deficiency in grain crops produced in agricultural enterprises, which is important for the development of animal husbandry. The research was carried out in 2018–2019 on sod-podzolic, sandy loam soils. The Svetlaya and Kasatka soybean varieties had the shortest growing season – 94 days, the Magheva variety had a 9-day longer growing season and the Georgiya variety had a 14-day longer growing season. The earliest maturing soybean varieties are Svetlaya and Kasatka. The sum of temperatures at the level of 1623°C is sufficient for the formation of seed yield. The soybean varieties Magheva and Georgiya require a sum of temperatures 150–200°C higher. The varieties with a long growing season – Georgiya and Magheva – are characterized by a high level of biomass accumulation and higher seed yield, on average over two years their seed yields were 1.64 and 1.48 t/ha respectively, while those of the varieties Svetlaya and Kasatka were 1.30 and 1.34 t/ha respectively. The soybean varieties Magheva (40.7%) and Kasatka (39.8%), while Georgiya (36.1%) had the lowest. Protein yield with the seed yield was more dependent on the seed yield. The correlation coefficient between protein yield and seed yield was 0.91, and between protein yield and seed protein content was 0.19. The varieties with the highest protein yields were Magheva and Georgiya with 602 and 599 kg/ha respectively. The varieties with the lowest protein yield were Kasatka (529 kg/ha) and Svetlaya (500 kg/ha).

Keywords: soybeans, early-maturing varieties, growing season, biomass accumulation, seed productivity, protein content, protein yield.

References

1. Kosolapov V.M., Trofimov I.A., Trofimova L.S. *Forage production in agriculture, ecology and rational nature management (theory and practice)*. Moscow, Russia: Izdatel'skiy dom "Tipografiya" Rossel'khozakademii, 2014:135. (In Russ.)
2. Russian Statistical Yearbook 2022. (In Russ.) URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Ejegodnik_2022.pdf
3. Zelentsov S.V., Moshnenko E.V. Prospects for breeding of high-protein soybean cultivars: modelling of mechanisms of protein increase in the seeds. *Maslichnye kul'tury. Nauchno-tekhnicheskiiy byulleten' Vserossiyskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta maslichnykh kul'tur*. 2016;2:34–41. (In Russ.)
4. Mazurov V.N., Lukashov V.N., Isakov A.N. Use of leguminous crops and legume-cereals grain mixtures for forage for cattle in conditions of the Kaluga region. *Legumes and Great Crops*. 2013;2(6):123–125. (In Russ.)
5. Soybeans in the world and Russia: production, domestic consumption, foreign trade. Moscow, 2022. (In Russ.) URL: <https://vostokgosplan.ru/wp-content/uploads/soja-v-mire-i-r>

6. Acreage, gross yields and crop yields in the Russian Federation in 2022. The Federal State Statistics Service (ROSSTAT). (In Russ.) URL: https://rosstat.gov.ru/storage/media-bank/29_cx_predv_2022.xlsx
7. Belyshkina M.Ye. Photosynthetic activity of crops and yield formation of early-ripening soybean varieties. *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy (TAA)*. 2019;(1):34–44. (In Russ.)
8. Gureeva E.V. Seed yield formation of new early maturing soybean varieties depending on seeding rates and sowing methods in the conditions of the Central region of the Non-Chernozem zone of the Russian Federation. CSc (Agr) thesis: 06.01.09. Moscow, 2009:159. (In Russ.)
9. Kobozeva T.P. Scientific and practical bases of the introduction and effective cultivation of soybean in the Non-Chernozem zone of the Russian Federation. DSc (Agr) thesis: 06.01.09. Moscow, 2007:390. (In Russ.)
10. Belyshkina M.E., Kobozeva T.P., Gureeva E.V. Growth and development of soybean varieties of the northern ecotype depending on the influence of limiting factors of the growing season. *The Agrarian Scientific Journal*. 2020;9:4–9. (In Russ.) <https://doi.org/10.28983/asj.y2020i9pp4-9>
11. Sikharulidze T.D., Khramoy V.K. Effect of temperature mode on vegetation period length and soybean yield in the Central Non-Black Soil zone. *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy (TAA)*. 2017;4:32–39. (In Russ.)
12. Khramoi V.K. Effect of wetting conditions on the duration of vegetative period and the yield of soybean in the Central Chernozemic zone. *Plodorodie*. 2017;4(97):24–26. (In Russ.)
13. Gureeva E.V., Fomina T.A. Soya for the Central Non-Chernozem region. *Zemledelie*. 2010;3:45–46. (In Russ.)
14. Tevchenkov A.A., Fedorova Z.S. Evaluation of suitability of different soybean varieties for cultivation in the conditions of the central part of the Non-Chernozem region of the Russian Federation. *Agricultural Science Euro-North-East*. 2022;23(6):796–804. (In Russ.) <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2022.23.6.796-804>
15. Sikharulidze T.D., V Khramoy K., Rakhimova O.V. Effect of seeding norms on the formation of a symbiotic apparatus and the accumulation of biomass by soybean crops in the conditions of the Central region of the Non-Chernozem zone. In: Nauchnye osnovy ustoychivogo razvitiya sel'skokhozyaystvennogo proizvodstva v sovremennykh usloviyakh: *Proceedings of the XV Scientific and Practical Conference with International Participation, Kaluga, April 15, 2022*. Kaluga, Russia: Federal Research Center of Cartography named after A.G. Lorch, 2022:72–75. (In Russ.)
16. Dospekhov B.A., Dospekhov B.A. *Methodology of field experience: (with the basics of statistical processing of research results)*: a textbook for students of higher agricultural educational institutions in agronomic specialties. Ed.6, ster., reprinted from Ed.5, 1985. Moscow, Russia: Al'yans, 2011:350 (In Russ.)
17. *Methodology of the state variety testing of agricultural crops*. Moscow, Russia, 1985:116. (In Russ.)
18. Board J.E., Kahlon C.S. Soybean Yield Formation: What Controls It and How It Can Be Improved. In: *Soybean Physiology and Biochemistry*. Ed. by Prof. Hany El-Shemy. InTech, 2011:488. URL: <https://www.intechopen.com/chapters/22761>
19. Egli D.B. Soybean Reproductive Sink Size and Short-term Reductions in Photosynthesis during Flowering and Pod Set. *Crop Sci*. 2010;50:1971–1977.
20. Gureeva E.V., Fomina T.A. Soybean is a source of vegetable proteins. *Agrarian science*. 2017;11–12:20–21. (In Russ.)

Сведения об авторах

Храмой Виктор Кириллович, д-р с.-х. наук, профессор Калужского филиала Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»; 248007, Российская Федерация, г. Калуга, ул. Вишневого, 27; тел.: (4842) 72-50-16; e-mail: v.hramoy@yandex.ru

Сихарулидзе Тамила Давидовна, канд. с.-х. наук, доцент Калужского филиала Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»; 248007, Российская Федерация, г. Калуга, ул. Вишневого, 27; тел.: (910) 541-64-96; e-mail: tamila7958@yandex.ru

Рахимова Ольга Владимировна, канд. с.-х. наук, доцент Калужского филиала Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»; 248007, Российская Федерация, г. Калуга, ул. Вишневого, 27; тел.: (4842) 72-50-24; e-mail: TIR333@yandex.ru

About the authors

Viktor K. Khramoy, DSc (Agr), Professor, Kaluga branch of Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (27 Vishnevskogo St., Kaluga, 248007, Russian Federation; phone: (4842) 72-50-16; e-mail: v.hramoy@yandex.ru)

Tamila D. Sikharulidze, CSc (Agr), Associate Professor, Kaluga branch of Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (27 Vishnevskogo St., Kaluga, 248007, Russian Federation; phone: (910) 541-64-96; e-mail: tamila7958@yandex.ru)

Olga V. Rakhimova, CSc (Agr), Associate Professor, Kaluga branch of Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (27 Vishnevskogo St., Kaluga, 248007, Russian Federation; phone: (953) 329-19-70; e-mail: TIR333@yandex.ru)

ВЛИЯНИЕ РОНКОЛЕЙКИНА НА МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ И ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ И ФАГОЦИТАРНУЮ АКТИВНОСТЬ НЕЙТРОФИЛОВ АРКТИЧЕСКОГО ГОЛЬЦА

Г.И. ПРОНИНА¹, О.В. САНАЯ¹, Т.А. НЕЧАЕВА², Д.В. МИКРЯКОВ³, Т.А. СУВОРОВА³, С.В. КУЗЬМИЧЕВА³, В.А. НАЗАРОВ⁴, М.И. КОВАЛЬЧУК⁴

(¹Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; ²Санкт-Петербургский ГАУ; ³ИБВВ РАН; ⁴ИП Романов)

В условиях интенсивной аквакультуры водные объекты подвергаются воздействию стресс-факторов, связанных с искусственной средой обитания, увеличением плотностей посадки, периодическими обловами и т.д. При этом у них отмечается снижение резистентности и жизнестойкости, повышение заболеваемости. Успешным решением проблемы является применение иммуномодуляторов. В статье представлены результаты изучения влияния на рыб иммуномодулятора Ронколейкин, представляющего собой лекарственную форму рекомбинантного интерлейкина-2 человека (ИЛ-2), выделенного и очищенного из клеток дрожжей (*Saccharomyces cerevisiae*). Объект исследования – трехгодовики арктического гольца (*Salvelinus alpinus*). Оценка проводилась по морфометрическим, гематологическим (эритро- и лейкограмма) и цитохимическим (лизосомально-катионный тест) показателям. Коэффициент вариации размерно-весовых показателей рыб, получавших препарат, был низким по сравнению с контрольной группой. Это свидетельствует о равномерном росте рыб, которым добавляли в корм Ронколейкин, что является большим преимуществом при выращивании рыб и позволяет более эффективно использовать корм. Кровь для анализа отбиралась у рыб прижизненно из хвостовой вены. В результате проведенных экспериментов выявлено положительное влияние препарата на активацию эритропоэза и лейкопоэза. Отмечено достоверное увеличение доли зрелых сегментоядерных нейтрофилов (основных микрофагов крови, относящихся к неспецифическому звену клеточного иммунитета) в лейкоцитарной формуле за счет снижения количества лимфоцитов (специфический иммунитет). Увеличение содержания неферментного лизосомального катионного белка в нейтрофилах крови может указывать на повышение уровня клеточной защиты. Результаты исследований показали положительное влияние препарата Ронколейкин, который можно рекомендовать к применению при выращивании арктического гольца.

Ключевые слова: Ронколейкин, арктический голец *Salvelinus alpinus*, эритрограмма, лейкоцитарная формула, лизосомальный катионный белок, цитохимическая реакция, клеточный иммунитет.

Введение

Рыбы при выращивании подвергаются воздействию негативных факторов, связанных с интенсивными технологиями [13]. Это приводит к снижению эффективности иммунного ответа к возбудителям различных заболеваний.

Использование иммуномодуляторов в практике аквакультуры обусловлено необходимостью повышения резистентности водных организмов, их устойчивого роста

и эффективностью усвоения корма. Хорошо зарекомендовал себя в практике животноводства иммуномодулятор Ронколейкин, представляющий собой лекарственную форму рекомбинантного интерлейкина-2 человека (ИЛ-2), выделенный и очищенный из клеток дрожжей *Saccharomyces cerevisiae*.

Интерлейкины – это тип цитокина, который, как считалось, экспрессируется только лейкоцитами, но позже было обнаружено, что он вырабатывается многими другими клетками организма. Они играют важную роль в активации и дифференцировке иммунных клеток, обладают как паракринной, так и аутокринной функцией [14].

ИЛ-2 продуцируется субпопуляцией Т-лимфоцитов (Т-хелперы I) в ответ на антигенную стимуляцию. Интерлейкины состоят из большой группы белков, которые могут вызывать множество реакций в клетках и тканях путем связывания с высокоаффинными рецепторами на различных клеточных мишенях.

ИЛ-2 направленно влияет на рост, дифференцировку и активацию Т- и В-лимфоцитов, моноцитов, макрофагов, эпидермальных клеток Лангерганса. От его присутствия зависит развитие цитолитической активности натуральных киллеров и цитотоксических Т-лимфоцитов. Расширение спектра лизирующего действия эффекторных клеток обуславливает элиминацию разнообразных патогенных микроорганизмов, инфицированных и малигнизированных клеток, что обеспечивает иммунную защиту, направленную против вирусных, бактериальных и грибковых инфекций [15].

После применения Ронколейкина у больных с различными формами иммунологической недостаточности отмечали повышение уровня CD4-лимфоцитов [11]. На модели экспериментального перитонита показано, что ИЛ-2 существенно повышает фагоцитарный резерв нейтрофилов в цитохимической реакции с нитросиним тетразолием в перитониальном смыве и гомогенезате легких, а также незначительно – в крови [12].

Ронколейкин активно используется в животноводстве для стимуляции врожденного иммунитета. Стимуляцию врожденного иммунитета рекомендуют проводить у телят, поросят, цыплят и утят. Показано повышение естественной резистентности организма, выживаемости молодняка, возрастания доли эритроцитов. Успешное применение Ронколейкина доказано при различных инфекционных заболеваниях разной этиологии у взрослых домашних животных и птиц. Отмечено сокращение сроков клинического выздоровления, нормализации биохимических показателей крови и титров антител. Ронколейкин успешно применяют для снятия последствий стресса при различных манипуляциях, операциях, транспортировке, перегруппировке, бонитировке, смене рациона и т.д. Данный препарат используют также в качестве адъюванта вакцин и при сочетанном применении с антигельминтными препаратами [2–6]. В то же время сведений о применении препарата в рыбоводстве немного.

Цель исследований: оценка действия препарата Ронколейкин на морфометрические и гематологические параметры и показатель клеточного иммунитета рыб на примере арктического гольца.

Материал и методы исследований

Экспериментальные работы были проведены в рыбоводном хозяйстве ИП «Романов» (Ленинградская область, Ломоносовский район). Предприятие располагает инкубатором, выростным цехом для содержания молоди и производителей, а также имеет систему бетонных бассейнов для товарного выращивания. Водоподача на предприятии – проточного типа, работает за счет разницы рельефа в 1,5 м с расположенным рядом радоновым озером. Часть воды в систему поступает из закрытого родника.

Водоисточник по технической и по гидрохимической составляющей соответствует требованиям выращивания лососевых рыб. Вода может быть охарактеризована

как жесткая, гидрокарбонатно-кальциевая с небольшим содержанием газа радона. Температурный режим в диапазоне от 4 до 12°C идеально подходит для холодолюбивых голецов. Показатель кислорода находится в пределах норматива для лососевых рыб (7–15 мг/л) и только в летний сезон снижается до уровня 9 мг/л. Однако весной и осенью, в период прохождения паводковых вод, возможно повышение органического загрязнения, что неблагоприятно влияет на состояние рыб.

Предприятие занимается выращиванием арктического гольца датского происхождения, местной озерной ладожской палии, а также гибридных форм гольца. Арктический голец на территории Дании выращивается в искусственных условиях уже на протяжении 40 лет, что обуславливает его адаптацию к индустриальному выращиванию и товарную ценность.

Объектом исследований явился ценный промысловый вид лососевых рыб – арктический голец (*Salvelinus alpinus*) (рис. 1).

Трехгодоваликов датской селекции содержали в бассейнах выростного цеха. В подопытной и контрольной группах было задействовано по 300 экз. рыб средней массой 2,5 кг. Оценка гидрохимических показателей производилась ежедневно по общепринятым методикам [1].

Препарат Ронколейкин вводили перорально в качестве кормовой добавки в дозе 4000 МЕ на 1 кг ихтиомассы курсом 3 дня в первое кормление. Было проведено последовательно 3 курса профилактического кормления, перерыв между курсами – 10 дней. Продолжительность опыта составила 2 месяца (60 дней).

В конце эксперимента, 15.03.2023 г., были произведены бонитировка особей контрольной и подопытной групп в количестве 25 экз. каждая и отбор проб. Для получения более точных данных без нанесения вреда рыбам провели их предварительное усыпление в специальных емкостях при помощи эфирного масла гвоздики.

Для исследования гематологических параметров и клеточного иммунитета прижизненно отбирали кровь из хвостовой вены рыб (рис. 2).

Пробы отбирались у 7 особей контрольной и 7 особей опытной групп гольца, случайная выборка. Для исследования эритролейкограммы на обезжиренное предметное стекло наносили мазки крови, далее фиксировали в 96%-ном этаноле в течение 30 мин и окрашивали по Паппенгейму. Микроскопическое исследование мазков проводили на цифровом микроскопе Биолаб ЛЮМ 11, Россия [10] (рис. 3). Эритро- и лейкоцитарную формулу определяли методом дифференциального подсчета в окрашенных мазках периферической крови.



Рис. 1. Арктический голец в 3-летнем возрасте



Рис. 2. Прижизненный отбор крови у арктического гольца

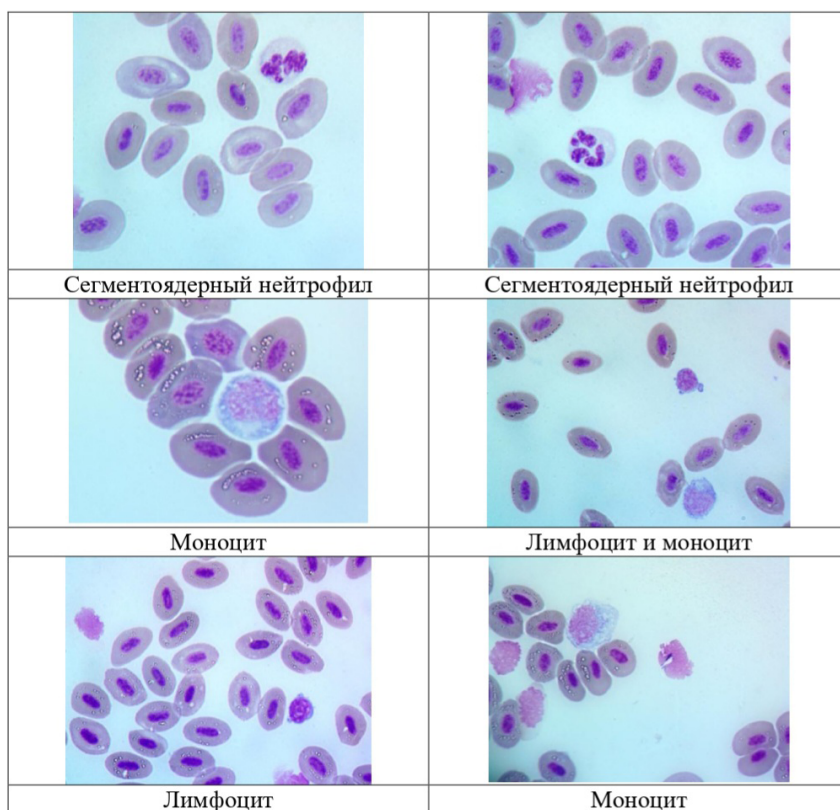


Рис. 3. Клетки периферической крови – лейкоциты арктического гольца

Определение фагоцитарной активности проводили по содержанию неферментного катионного белка в лизосомах нейтрофилов периферической крови цитохимическим методом с бромфеноловым синим, адаптированным для гидробионтов [9]. Микроскопическое исследование мазков производили под цифровым микроскопом Optika DM-15 с увеличением ($\times 600$), просматривая по 100 клеток в каждом мазке (рис. 4).

По степени фагоцитарной активности исследуемые клетки подразделяли на 4 группы (0–3 балла): 0 – гранулы катионного белка отсутствуют; 1 – единичные гранулы;

2 – гранулы занимают примерно 1/4 цитоплазмы; 3 – гранулы занимают более 1/4 цитоплазмы. Средний цитохимический коэффициент (СЦК) рассчитывали по формуле:

$$\text{СЦК} = (0 \times N_0 + 1 \times N_1 + 2 \times N_2 + 3 \times N_3) / 100,$$

где N_0, N_1, N_2, N_3 – соответственно число нейтрофилов с активностью 0, 1, 2 и 3 балла; $N_0 + N_1 + N_2 + N_3 = 100$.

Статистическую обработку цифровых материалов производили в Microsoft Excel с использованием вариационной статистики по Стьюденту. Достоверными считались различия при $P \leq 0,05$.

Результаты и их обсуждение

К концу опыта масса тела в контроле составила 2,8 кг при длине тела 46,7 см, в подопытной группе – 2,9 кг при длине тела 49,6 см. Все морфометрические показатели контрольной и экспериментальной групп арктического гольца находились в пределах физиологической нормы для рыб [7, 8] (табл. 1).

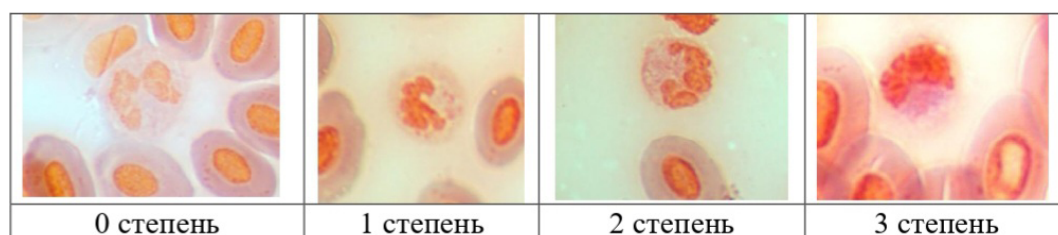


Рис. 4. Степень активности нейтрофилов арктического гольца

Таблица 1

Морфометрические показатели арктического гольца контрольной и подопытной групп при бонитировке

| Показатели | Контроль | | Опыт | |
|-------------------------------------|-----------|-------|------------|-------|
| | значение | Cv, % | значение | Cv, % |
| Масса тела, кг | 2,8±0,08 | 14,3 | 2,9±0,06 | 10,3 |
| Длина туловища l, см | 46,7±0,38 | 4,0 | 49,6±0,46* | 2,4 |
| Длина по Смитту Ls, см | 51,0±0,67 | 3,9 | 52,1±0,28 | 2,6 |
| Высота тела H, см | 20,0±0,23 | 3,3 | 20,5±0,16 | 3,9 |
| Обхват тела O, см | 40,0±0,42 | 5,2 | 41,0±0,38 | 4,6 |
| Длина головы, C | 11,3±0,10 | 4,4 | 12,0±0,10* | 4,1 |
| Коэффициент упитанности по Фультону | 5,9±0,12 | 10,1 | 5,8±0,10 | 8,6 |
| Индекс прогонистости | 2,4±0,05 | 0,4 | 2,4±0,01 | 2,0 |

*Здесь и далее – значимые различия между рыбами опытной и контрольной групп при $p \leq 0,05$.

При сравнении показателей контрольной и экспериментальной групп арктического гольца зафиксированы значимые различия по длине тела и по длине головы. В опыте они были достоверно больше, чем в контроле (разность достоверна при $p \leq 0,05$). Такие отличия могут быть связаны с большей активностью особей опытной группы. По массе тела в опыте и контроле достоверные различия не выявлены. Более низкий коэффициент вариации в экспериментальной группе свидетельствует о равномерном росте рыб.

В мазках периферической крови исследуемых особей обнаружены характерные для большинства видов рыб типы клеток (табл. 2). Сравнительное исследование эритро- и лейкограмм показало отличия между опытными и контрольными особями. В эритрограмме опытных гольцов в отличие от контроля присутствуют бластные формы эритроцитов. Это косвенно указывает на незначительное усиление гемопоэза под влиянием Ронколейкина, что подтверждается данными исследования лейкограмм. У опытных рыб в лейкоцитарной формуле обнаружено небольшое количество миелобластов и метамиелоцитов.

Таблица 2

Морфологические и цитохимические показатели крови гольцов

| Показатели | Контроль | Опыт |
|---|-----------|------------|
| Эритрограмма, % | | |
| Гемоцитобласты, эритробласты | - | 0,3±0,2 |
| Нормобласты | 3,3±0,5 | 2,7±0,4 |
| Базофильные эритроциты | 6,1±1,2 | 6,0±0,7 |
| Сумма зрелых и полихроматофильных эритроцитов | 90,6±1,4 | 91,3±0,7 |
| Лейкоцитарная формула, % | | |
| Миелобласты | - | 0,1±0,1 |
| Промиелоциты | 0,2±0,1 | 0,2±0,1 |
| Миелоциты | - | - |
| Метамиелоциты | - | 0,4±0,2 |
| Палочкоядерные нейтрофилы | 0,6±0,2 | 0,7±0,2 |
| Сегментоядерные нейтрофилы | 2,4±0,5 | 5,1±0,7* |
| Эозинофилы | - | - |
| Базофилы | 0,3±0,2 | 0,2±0,1 |
| Моноциты | 1,3±0,4 | 1,2±0,3 |
| Лимфоциты | 95,3±0,8 | 92,1±0,7* |
| Лизосомально-катионный тест | | |
| СЦК, ед. | 1,27±0,03 | 1,66±0,02* |

Между исследованными группами рыб зафиксированы значимые отличия по содержанию лимфоцитов и сегментоядерных нейтрофилов. Как и у большинства рыб, в крови гольцов преобладали лимфоциты – основные клетки иммунной системы. Их функции состоят в распознавании чужеродных тел, разрушении антигенов, формировании специфического иммунитета, синтезе антител. Нейтрофилы участвуют в фагоцитозе микроорганизмов и синтезе медиаторов иммунного ответа. Значимо высокая доля сегментоядерных нейтрофилов может быть связана с повышением клеточного иммунитета у опытных рыб.

На усиление напряженности неспецифического иммунитета указывают результаты лизосомально-катионного теста. Исследование показало достоверно высокое содержание неферментного катионного белка в лизосомах нейтрофилов в опыте по сравнению с контролем. Вероятно, это связано со стимулирующим действием ронколейкина. Ранее было показано, что этот препарат регулирует активацию и дифференцировку иммунокомпетентных клеток, их пролиферацию, созревание, миграцию и адгезию [14, 15].

Выводы

Таким образом, исследования показали влияние Ронколейкина на исследуемые параметры опытных и контрольных рыб. При сравнении морфометрических показателей зафиксированы различия по длине тела и по длине головы. Результаты эксперимента показали отличия в эритро- и лейкограммах между опытными и контрольными группами гольцов. Под влиянием препарата повысилась доля сегментоядерных нейтрофилов за счет снижения количества лимфоцитов. Также зафиксировано возрастание содержания неферментного лизосомального катионного белка в нейтрофилах, что указывает на активизацию неспецифического звена клеточного иммунитета. Полученные результаты указывают на целесообразность дальнейших исследований влияния препарата Ронколейкин на различные виды рыб, выращиваемых в условиях аквакультуры.

Финансирование. Работа выполнена за счет средств гранта РФФ, проект № 22–26–20111.

Financing. The work was supported by a grant from the Russian Science Foundation, project no. 22–26–20111.

Библиографический список

1. Бессонов Н.М., Привезенцев Ю.А. Рыбохозяйственная гидрохимия. – Москва: Агропромиздат, 1987. – 159 с.
2. Великанов В.И., Кляпнев А.В. Сравнение эффективности применения ронколейкина и полиоксидония на физиологическое состояние и неспецифическую резистентность телят молочного периода выращивания // Ветеринарный врач. – 2021. – № 4. – С. 10–16.
3. Егорова В.Н., Гизингер О.А. Возможности патогенетической терапии интерлейкином-2 в животноводстве (обзор) // Главный зоотехник. – 2023. – № 2. – С. 73–79.
4. Егорова В.Н., Романова О.В., Белова Л.М. Сочетанное применение рекомбинантного интерлейкина-2 и антигельминтных препаратов для лечения гельминтозов животных // Аграрная наука. – 2023. – № 4. – С. 38–50.
5. Моисеев А.Н., Сахарова Е.Д., Егорова В.Н., Островский М.В., Романова О.В., Гречухин А.Н., Некрасов А.А., Варюхин А.В., Барышников П.И. Ронколейкин: применение у сельскохозяйственных животных. – СПб.: Альтер Эго, 2012. – 36 с.

6. *Перерядкина С.П., Болдарев А.А., Колесников П.В.* Поиск и разработка способа терапии при послеродовых эндометритах у коров // *Международный вестник ветеринарии.* – № 2. – 2020. – С. 204–209.
7. *Пищенко Е.В.* Гематология пресноводной рыбы: Учебное пособие. – Новосибирск: Новосибирский государственный аграрный университет, 2002. – 48 с.
8. *Пронина Г.И.* Нормы гематологических, цитохимических и биохимических показателей для оценки состояния здоровья рыб и речных раков в аквакультуре: утв. НТС Департамента ветеринарии Минсельхоза РФ от 25 августа 2021 г. – Москва, 2021.
9. *Пронина Г.И.* О возможностях повышения иммунной устойчивости гидробионтов в аквакультуре // *Известия Оренбургского ГАУ.* – 2014. – № 3. – С. 180–183.
10. *Пронина Г.И., Корягина Н.Ю.* Методология физиолого-иммунологической оценки гидробионтов: Учебное пособие. – СПб.: Лань, 2017. – 96 с.
11. *Чагина Е.А., Сгурская Л.В., Силкин С.В., Медведева Ю.Е., Шаповалов А.С.* Влияние Ронколейкина (ИЛ-2) на фагоцитарное звено иммунитета на модели экспериментального перитонита // *Фундаментальные исследования.* – 2004. – № 4. – С. 89–90.
12. *Чагин Е.А., Сгурская Л.В., Силкин С.В., Медведева Ю.Е., Шаповалов А.С.* Клинико-экспериментальная характеристика влияния ронколейкина (ИЛ-2) на фагоцитарный резерв нейтрофилов у больных перитонитом // *Фундаментальные исследования.* – 2004. – № 5. – С. 135–136.
13. *Gormaz J.G., Fry J.P., Erazo M., Love D.C.* Public Health Perspectives on Aquaculture // *Curr Environ Health Rep.* – 2014. – № 1 (3). – Pp. 227–238.
14. *Justiz-Vaillant A.A., Qurie A.* Interleukin. In: StatPearls [Internet] // *Treasure Island (FL): StatPearls Publishing.* – 2023. – Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK499840/>.
15. *Ul-Haq Z., Naz S., Mesaik M.A.* Interleukin-4receptorsignalinganditsbindingmechanism:Atherapeuticinsightfrominhibitors toolbox//*Cytokine&GrowthFactorReviews.* – 2016. – № 32. – Pp. 3–15. – Available from: <https://doi.org/10.1016/j.cytogfr.2016.04.002>

EFFECT OF THE DRUG RONCOLEUKIN ON MORPHOMETRIC AND HAEMATOLOGICAL PARAMETERS AND PHAGOCYTTIC ACTIVITY OF ARCTIC CHAR NEUTROPHILS

G.I. PRONINA¹, O.V. SANAYA¹, T.A. NECHAEVA², D.V. MIKRYAKOV³, T.A. SUVOROVA³, S.V. KUZMICHEVA³, V.A. NAZAROV⁴, M.I. KOVALCHUK⁴

¹Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy;

²St. Petersburg State Agrarian University;

³Papanin Institute for Biology of Inland Waters Russian Academy of Sciences;

⁴IE Romanov)

*Cultivated hydrobionts under intensive aquaculture conditions are exposed to stress factors associated with artificial habitats, increased planting density, periodic fishing, etc. At the same time, they experience a decrease in resistance and resilience and an increase in morbidity. A good solution to this problem is the use of immunomodulators. This article presents the results of a study of the effect on fish of the immunomodulator Roncoleukin, which is a dosage form of recombinant human interleukin-2 (IL-2) isolated and purified from yeast cells (*Saccharomyces cerevisiae*). The subject of the study was the three-year-old Arctic char (*Salvelinus alpinus*). The evaluation was based on morphometric, hematological (erythro- and leukogram) and cytochemical (lysosomal cation test) indicators. The coefficient*

of variation of the size and weight parameters of the treated fish was low compared to the control group. This indicates uniform growth of fish fed Roncoleukin, which is a great advantage in fish farming and provides more efficient use of feed. Blood for analysis was taken from the tail vein of the fish in vivo. The results showed a positive effect of the drug on the activation of erythropoiesis and leukopoiesis. There was a significant increase in the proportion of mature segmented neutrophils (the main blood microphages belonging to the non-specific link of cellular immunity) in the leukocyte formula due to a decrease in lymphocytes (specific immunity). An increase in the content of non-enzymatic lysosomal cationic proteins (defensins) in blood neutrophils can indicate a high level of cellular protection of microphages (neutrophils). The results of the study showed a positive effect of the drug Roncoleukin, which can be recommended for use in the farming of Arctic char.

Keywords: Roncoleukin, Arctic char *Salvelinus alpinus*, erythrogram, leukocyte formula, lysosomal cationic protein, cytochemical reaction, cellular immunity.

References

1. Bessonov N.M. Privezentsev, Yu.A. *Fishery hydrochemistry*. Moscow, Russia: Agropromizdat, 1987:159. (In Russ.)
2. Velikanov V.I., Klyapnev A.V. Comparison efficiency of application roncoleukinum and polyoxido-nium on physiological conditions and non-specific resistance of calves. *Veterinarniy vrach*. 2021;4:10–16. (In Russ.)
3. Egorova V.N., Gizinger O.A. Possibilities of pathogenetic therapy with interleukin-2 in animal husbandry (review). *Glavniy zootekhnik*. 2023;2:73–79. (In Russ.)
4. Egorova V.N., Romanova O.V., Belova L.M. Combined use of recombinant interleukin-2 and anthelmintic drugs for the treatment of helminthiasis of animals. *Agrarian science*. 2023;(4):38–50. (In Russ.) <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-369-4-38-50>
5. Moiseev A.N., Saharova E.D., Egorova V.N., Ostrovskiy M.V., Romanova O.V., Grechuhin A.N., Nekrasov A.A., Varyukhin A.V., Baryshnikov P.I. *Roncoleukin: application in farm animals*. Sankt-Peterburg, Russian: Al'ter Ego, 2012:36. (In Russ.)
6. Pereryadkina S.P., Boldarev A.A., Kolesnikov P.V., Galchenko V.A. Search and development of a method of therapy for postpartum endometritis in cows. *International Journal of Veterinary Medicine*. 2020;(2):204–209. (In Russ.)
7. Pishchenko E.V. *Haematology of freshwater fish: a textbook*. Novosibirsk: Novosibirskiy gosudarstvenniy agrarniy universitet, 2002: 48. (In Russ.)
8. Pronina G.I. Norms of haematological, cytochemical and biochemical indices for health assessment of fish and river crayfish in aquaculture. Moscow, 2021. Approved by the NTS of the Department of Veterinary Medicine of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation from 25.08.2021. (In Russ.)
9. Pronina G.I. The possibility to increase the immune resistance of hydrobionts in aquaculture. *Izvestiya Orenburgskogo GAU*. 2014;3:180–183. (In Russ.)
10. Pronina G.I., Koryagina N.Yu. *Methodology of physiological and immunological assessment of hydrobionts: a textbook*. Sankt-Peterburg, Russia: Lan', 2017:96. (In Russ.)
11. Chagina E.A., Sgurskaya L.V., Silkin S.V., Medvedeva Yu.E., Shapovalov A.S. Effect of Ronkoleikin (IL-2) on the phagocytic link of immunity on the model of experimental peritonitis. *Fundamental Research*. 2004;4:89–90. (In Russ.)
12. Chagina E.A., Sgurskaya L.V., Silkin S.V., Medvedeva Yu.E., Shapovalov A.S. Clinical and experimental characteristics of the effect of ronkoleikin (IL-2) on the phagocytic reserve of neutrophils in patients with peritonitis. *Fundamental Research*. 2004;5:135–136. (In Russ.)

13. Gormaz J.G., Fry J.P., Erazo M., Love D.C. Public Health Perspectives on Aquaculture. *Curr Environ Health Rep.* 2014; 1(3):227–238.
14. Justiz-Vaillant A.A., Qurie A. *Interleukin*. StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2024 Jan-. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK499840/>
15. Ul-Haq Z., Naz S., Mesaik M.A. Interleukin-4 receptor signaling and its binding mechanism: A therapeutic insight from inhibitors tool box. *Cytokine & Growth Factor Reviews.* 2016;32:3–15. <https://doi.org/10.1016/j.cytogfr.2016.04.002>

Сведения об авторах

Пронина Галина Иозеповна, профессор, д-р биол. наук, доцент, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; 127434, Российская Федерация, г. Москва, Тимирязевская ул., 49; e-mail: gidrobiont4@yandex.ru

Саная Ольга Владимировна, ассистент, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; 127434, Российская Федерация, г. Москва, Тимирязевская ул., 49; e-mail: sanaya2020@list.ru

Нечаева Тамара Алексеевна, доцент, канд. биол. наук, Санкт-Петербургский государственный аграрный университет; 196601, Российская Федерация, г. Санкт-Петербург, г. Пушкин, Петербургское шоссе, 2; e-mail: tamara.73@list.ru

Микряков Даниил Вениаминович, заведующий лабораторией, канд. биол. наук, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина Российской академии наук»; 152742, Российская Федерация, Ярославская обл., Некоузский район, пос. Борок; e-mail: daniil@ibiw.ru

Суворова Татьяна Александровна, научный сотрудник, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина Российской академии наук»; 152742, Российская Федерация, Ярославская обл., Некоузский район, пос. Борок; e-mail: tanya@ibiw.ru

Кузьмичева Светлана Владимировна, младший научный сотрудник, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина Российской академии наук»; 152742, Российская Федерация, Ярославская обл., Некоузский район, поселок Борок; e-mail: kuzmicheva.sv@ibiw.ru

Назаров Василий Александрович, главный рыбовод, «Индивидуальный предприниматель Сергей Геннадьевич Романов»; 188523, Российская Федерация, Ленинградская обл., Ломоносовский район, п. Лопухинка; e-mail: vasilijnazarov@mail.ru

Ковальчук Мария Игоревна, рыбовод, «Индивидуальный предприниматель Сергей Геннадьевич Романов»; 188523, Российская Федерация, Ленинградская обл., Ломоносовский район, п. Лопухинка; e-mail: m.kovalchuk@list.ru

About the authors

Galina I. Pronina, DSc (Bio), Associate Professor, Professor at the Department of Aquaculture and Beekeeping, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127550, Russian Federation; e-mail: gidrobiont4@yandex.ru)

Olga V. Sanaya, assistant, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127550, Russian Federation; e-mail: sanaya2020@list.ru)

Tamara A. Nechaeva, CSc (Bio), Associate Professor, St. Petersburg State Agrarian University (2 Petersburgskoe Hwy., St. Petersburg, 196601, Russian Federation; e-mail: tamara.73@list.ru)

Daniil V. Mikryakov, CSc (Bio), Head of the Laboratory, Candidate of Biological Sciences, Papanin Institute for Biology of Inland Waters Russian Academy of Sciences, (Borok Vlg., Nekouzskiy District, Yaroslavl Region, 152742, Russian Federation; e-mail: daniil@ibiw.ru)

Tat'yana A. Suvorova, Research Associate, Papanin Institute for Biology of Inland Waters Russian Academy of Sciences, (Borok Vlg., Nekouzskiy District, Yaroslavl Region, 152742, Russian Federation; e-mail: tanya@ibiw.ru); E-mail: tanya@ibiw.ru

Svetlana V. Kuz'micheva, Junior Research Associate, Papanin Institute for Biology of Inland Waters Russian Academy of Sciences, (Borok Vlg., Nekouzskiy District, Yaroslavl Region, 152742, Russian Federation; e-mail: kuzmicheva.sv@ibiw.ru)

Vasily A. Nazarov, chief fish breeder, IE Individual Romanov, (Lopukhinka Vlg., Lomonosovskiy District, Leningrad Region, 188523, Russian Federation; e-mail: vasilijnazarov@mail.ru)

Mariya I. Kovalchuk, fish breeder, IE Individual Romanov, (Lopukhinka Vlg., Lomonosovskiy District, Leningrad Region, 188523, Russian Federation; e-mail: m.kovalchuk@list.ru)

УСТОЙЧИВОСТЬ ЯБЛОНИ К ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОМУ СТРЕССУ

М.Т. УПАДЫШЕВ¹, С.С. МАКАРОВ¹, Г.Ю. УПАДЫШЕВА²

(¹Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева;
²ФГБНУ «Федеральный научный селекционно-технологический центр садоводства
и питомниководства»)

Аннотация. В условиях нестабильного климата устойчивость растений яблони к высоким температурам является важным сортовым признаком. Цель исследований – выявление показателей жаростойкости у растений различных сортов яблони в условиях термокамеры для суховоздушной обработки. Термообработку сортов Антоновка Обыкновенная, Лобо, Рождественское, Болотовское, Кандиль Орловский, Имрус проводили в термокамере при температуре +38°C, влажности воздуха 40% в течение 90 суток. Для термообработки использовали 2-летние растения яблони. Отмечена более высокая жаростойкость у сорта Лобо по сравнению с другими изученными сортами. Сорта яблони характеризовались средней (Лобо, Рождественское) и высокой (Болотовское, Имрус, Антоновка Обыкновенная, Кандиль Орловский) оводненностью, высокими потерями воды после моделируемого теплового шока, повышенным (Кандиль Орловский) и высоким (Болотовское, Имрус, Антоновка Обыкновенная, Лобо, Рождественское) водным дефицитом, высокой степенью восстановления оводненности листьев. Предложенный коэффициент жаростойкости характеризовался сильной степенью сопряженности с потерями воды ($r = -0,97$) и средней – с восстановлением оводненности ($r = 0,65$). Растения яблони отличались высокой выживаемостью после термотерапии, которая составила 92,3%.

Ключевые слова: яблоня, сорта, высокие температуры, термообработка, вегетативные показатели, показатели жаростойкости.

Введение

Воздействие на растения абиотическими факторами способно оказывать значительное влияние на вегетативные и генеративные параметры [6, 8–10, 16, 17, 22]. Важным свойством садовых растений является способность переносить высокие температуры в процессе вегетации, существенно не снижая вегетативную и генеративную продуктивность [4, 7, 18]. Для оценки жаростойкости и засухоустойчивости растений обычно используют показатели потерь воды, восстановления оводненности, водного дефицита, содержания воды (оводненности) в листьях и др. [7]. При этом жаростойкость часто оценивают после моделируемого теплового шока при +50°C.

Н.И. Ненько с соавт. изучал комплекс физиологических, анатомических, биохимических показателей водного режима яблони, что позволяло более объективно осуществить ранжирование сортов по их адаптационной способности переносить жару и засуху [11].

Показатели жаростойкости яблони и других садовых культур в значительной степени зависят от сортовых особенностей [3, 19–21]. Например, в исследованиях А.Н. Юшкова с соавт. после теплового шока растения разных сортов яблони характеризовались потерями воды 10–62%, причем минимальные потери отмечены у сорта Гала, средние – у сортов Иммант, Лучистое, Пасхальное [19]. В исследованиях тех же авторов отмечено, что относительно высокой способностью к восстановлению оводненности обладали сорта Гала, Таежное, Антоновка Обыкновенная,

Имант и др. Исследования Е.А. Долматова и Б.Б. Корнилова показали, что в условиях моделируемого теплового шока (+50°C в течение 1,5 ч) одна форма подвоя яблони характеризовалась высокими потерями воды (51%), две другие – повышенными потерями (20–50%) при высокой степени оводненности (71–88%) у всех трех форм [1]. На груше среднеустойчивыми к условиям теплового шока оказались 5 сортобразцов, малоустойчивым – 1 сортобразец [5]. На сортах вишни отмечено варьирование способности к восстановлению оводненности листьев после обезвоживания от 115 до 178% [12].

Растения, листья которых теряют меньше воды в процессе увядания, считаются более засухоустойчивыми и жаростойкими по сравнению с растениями с более высокой потерей воды [3].

Цель исследований: выявление показателей жаростойкости у растений различных сортов яблони в условиях термокамеры для суховоздушной обработки.

Материал и методы исследований

Исследования проводили в 2021–2022 гг. в ФГБНУ ФНЦ Садоводства. Объектами исследований являлись растения яблони сортов Антоновка Обыкновенная, Лобо, Болотовское, Имрус, Кандиль Орловский, Рождественское, привитые на клоновые подвои 54–118. Растения в количестве по 6 шт. каждого сорта выращивали в пластиковых контейнерах объемом 5 л, наполненных грунтом Агробалт. Для термообработки использовали 2-летние растения яблони. Термическую обработку производили при температуре +38°C, влажности воздуха 40% в течение 90 суток в соответствии с методикой [13]. Термообработку осуществляли в термокамере с автоматическим поддержанием температуры корневой и надземной системы, влажности воздуха и грунта, освещением светодиодными светильниками. Подкормки удобрением Растворин Б проводили через каждые 10 дней. От вредителей растения обрабатывали препаратами Фитоверм, Вертимек, Битоксибациллин в рекомендованных производителями нормах расхода.

Потери воды в листьях, водный дефицит и восстановление оводненности определяли после моделируемого теплового шока в условиях термостата ТС-1/80 на протяжении 1,5 ч при температуре +50°C по методике [7]. Листья отбирали со средней части побега в количестве 3 шт. с каждого растения, число повторностей – 3.

Статистическую обработку данных проводили методами дисперсионного, корреляционного и регрессионного анализа с использованием программного пакета Microsoft Excel 2010. Существенные различия определяли с достоверной вероятностью 95%.

Результаты и их обсуждение

Анализ вегетативной продуктивности растений яблони после трех месяцев термообработки показал, что у большинства сортов формировалось по 2 побега, за исключением сорта Рождественское, растения которого образовали 5 побегов (табл. 1).

Максимальной суммарной длиной побегов характеризовались растения сорта Лобо. На растениях сортов Антоновка Обыкновенная, Кандиль Орловский и Имрус суммарная длина побегов была в 1,5–1,6 раза, а у сорта Рождественское – в 2,5 раза ниже по сравнению с аналогичным показателем у сорта Лобо. Низкий прирост побегов (18 см) отмечен у сорта Болотовское.

Максимальная длина одного побега также отмечена у растений сорта Лобо, средняя – у сортов Антоновка Обыкновенная, Кандиль Орловский и Имрус (59–60,5 см,

что в 1,5–1,6 раза ниже по сравнению с растениями сорта Лобо), низкая – у сортов Рождественское и Болотовское (соответственно в 6,4 и 10,3 раза ниже по сравнению с сортом Лобо).

Оценка показателей жаростойкости показала, что наибольшим содержанием общей воды в листьях отличался сорт Болотовское, наименьшим – сорта Лобо и Рождественское, остальные сорта по данному показателю занимали промежуточное положение (табл. 2).

Большинство изученных сортов (Болотовское, Имрус, Антоновка Обыкновенная, Кандиль Орловский) характеризовалось высокой оводненностью листьев (более 70%), сорта Лобо и Рождественское – средней оводненностью (от 50,1 до 70%).

Таблица 1

Число и длина побегов у растений яблони разных сортов после термообработки при температуре +38°C в течение 90 суток

| Сорт | Число побегов, шт. | Суммарная длина побегов, см | Средняя длина 1 побега, см |
|------------------------|--------------------|-----------------------------|----------------------------|
| Антоновка Обыкновенная | 2,0 | 121,0 | 60,5 |
| Лобо | 2,0 | 186,0 | 93,0 |
| Болотовское | 2,0 | 18,0 | 9,0 |
| Имрус | 2,0 | 118,0 | 59,0 |
| Кандиль Орловский | 2,0 | 120,0 | 60,0 |
| Рождественское | 5,0 | 73,0 | 14,6 |
| НСР ₀₅ | 0,3 | 11,4 | 7,8 |

Таблица 2

Показатели жаростойкости у растений яблони разных сортов в процессе термообработки при температуре +38°C

| Сорт | Содержание общей воды в листьях, % | Потери воды в листьях, % | Водный дефицит, % | Восстановление оводненности, % | Коэффициент жаростойкости, ед. |
|------------------------|------------------------------------|--------------------------|-------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| Антоновка Обыкновенная | 73,9 аб* | 61,1 | 59,3 бв | 98,7 абв | 1,44 |
| Лобо | 67,7 а | 52,9 | 68,2 бв | 128,8 в | 1,62 |
| Болотовское | 81,4 б | 67,9 | 55,0 аб | 81,1 аб | 1,32 |
| Имрус | 77,5 аб | 67,7 | 73,4 в | 111,2 бв | 1,34 |
| Кандиль Орловский | 73,2 аб | 59,9 | 43,3 а | 74,4 а | 1,43 |
| Рождественское | 69,5 а | 57,0 | 56,4 аб | 98,0 абв | 1,48 |
| НСР ₀₅ | | $F_{\phi} < F_{05}$ | | | $F_{\phi} < F_{05}$ |

*Разные буквы обозначают наличие существенных различий при 5%-ном уровне значимости.

Потери воды в листьях варьировали в незначительных пределах (от 52,9 до 67,9%) и существенно не зависели от сортовых особенностей, хотя минимальная потеря воды, как и ее содержание, отмечена у растений яблони сорта Лобо. У сорта Болотовское при высоком содержании воды в листьях ее потери также были самыми высокими. По существующей градации все изученные сорта отнесены к группе с высокой потерей воды (более 50%).

Водный дефицит, показывающий отношение массы, поступившей после насыщения воды, к общей массе воды в листьях, существенно зависел от сорта. Минимальный водный дефицит был характерен для сорта Кандиль Орловский, тогда как максимальный – для сорта Имрус (в 1,7 раза выше, чем на сорте Кандиль Орловский). Сорт Кандиль Орловский отнесен к сортам с повышенным водным дефицитом (от 30,1 до 50%), остальные сорта – с высоким водным дефицитом (более 50%). Вместе с тем у сортов Болотовское и Рождественское показатели водного дефицита существенно не отличались от показателей сорта Кандиль Орловский. Относительно низкий водный дефицит является фактором, положительно влияющим на жаростойкость растений.

Параметр восстановления оводненности, отражающий отношение массы, поглощенной при насыщении воды, к ее потере при подвядании листьев, определялся сортовыми особенностями. Высокий параметр восстановления оводненности является характеристикой повышенной жаростойкости. Все изученные сорта отнесены к группе с высокой степенью восстановления оводненности (более 70%). Наибольшей способностью к восстановлению оводненности после теплового шока отличался сорт Лобо, наименьшей – Кандиль Орловский (в 1,7 раза ниже по сравнению с Лобо), остальные сорта занимали промежуточное положение. У сортов Лобо и Имрус значения восстановления оводненности превышали 100% в связи с пересыщением листьев водой. В исследованиях других авторов показатель восстановления оводненности после моделируемого теплового шока для 9 из 22 изученных сортов и форм яблони также был выше 100% [4].

При проведении анализа показателей жаростойкости установлено, что в ряде случаев на одном и том же сорте один показатель жаростойкости увеличивается, а другой – снижается, и это затрудняет корректную оценку жаростойкости сорта в целом. Поэтому нами был предложен коэффициент жаростойкости, рассчитываемый как отношение суммы показателей содержания воды в листьях, %, и восстановления оводненности, %, к сумме потерь воды, %, и водного дефицита, %. С увеличением коэффициента жаростойкость возрастает.

Анализ коэффициента жаростойкости показал отсутствие существенных различий между изученными сортами. Вместе с тем более высоким коэффициентом жаростойкости характеризовался сорт Лобо, средним – сорта Рождественское, Кандиль Орловский и Антоновка Обыкновенная, низким – сорта Болотовское и Имрус (соответственно на 22,7 и 20,9% ниже по сравнению с сортом Лобо).

Корреляционный анализ показал, что коэффициент жаростойкости слабо зависел от числа побегов ($r = 0,29$), но в средней степени определялся суммарной длиной побегов ($r = 0,50$) (табл. 3).

Трехмерный график поверхности показывает, что с увеличением суммарной длины побегов имеется тенденция увеличения коэффициента жаростойкости (рис. 1). Низкие приросты побегов соответствуют меньшим коэффициентам жаростойкости. Вместе с тем между средней длиной одного побега и коэффициентом жаростойкости корреляция была слабой ($r = 0,26$).

Между коэффициентом жаростойкости и потерями воды установлена сильная отрицательная корреляция ($r = -0,97$), между коэффициентом жаростойкости и восстановлением оводненности – средняя положительная корреляция ($r = 0,65$).

**Сопряженность между показателями роста и жаростойкости яблони
с применением метода множественной корреляции***

| Показатель | Число побегов | Суммарная длина побегов | Длина 1 побега | Коэффициент жаростойкости | Содержание воды | Потери воды | Водный дефицит | Восстановление оводненности |
|-----------------------------|---------------|-------------------------|----------------|---------------------------|-----------------|-------------|----------------|-----------------------------|
| Число побегов | 1 | | | | | | | |
| Суммарная длина побегов | 0,133 | 1 | | | | | | |
| Длина 1 побега | -0,541 | 0,680 | 1 | | | | | |
| Коэффициент жаростойкости | 0,287 | 0,501 | 0,259 | 1 | | | | |
| Содержание воды | -0,216 | -0,299 | -0,186 | -0,407 | 1 | | | |
| Потери воды | -0,249 | -0,510 | -0,318 | -0,971 | 0,521 | 1 | | |
| Водный дефицит | 0,389 | 0,397 | 0,043 | 0,378 | -0,081 | -0,249 | 1 | |
| Восстановление оводненности | 0,402 | 0,547 | 0,179 | 0,647 | -0,202 | -0,549 | 0,935 | 1 |

*0,349 – существенный коэффициент корреляции при 5%-ном уровне значимости.

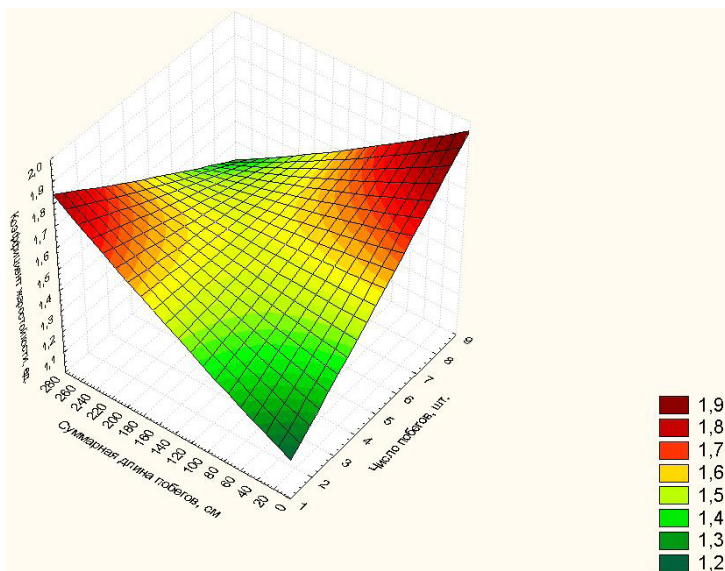


Рис. 1. Коэффициент жаростойкости в зависимости от числа и суммарной длины побегов яблони

С увеличением содержания воды в листьях имелась тенденция увеличения потерь воды после теплового шока: между данными параметрами установлена средняя положительная корреляция ($r = 0,52$).

Растения яблони в целом характеризовались высокой выживаемостью после термообработки, которая составила 92,3%. Оценка состояния растений показала наличие некрозов на листьях в верхушечной части побегов у сортов Болотовское и Рождественское, на остальных сортах некрозы отсутствовали. Следовательно, изученные сорта яблони характеризовались средней (Лобо, Рождественское) и высокой (Болотовское, Имрус, Антоновка Обыкновенная, Кандиль Орловский) оводненностью, высокими потерями воды после моделируемого теплового шока, повышенным (Кандиль Орловский) и высоким (Болотовское, Имрус, Антоновка Обыкновенная, Лобо, Рождественское) водным дефицитом, высокой степенью восстановления оводненности листьев.

В исследованиях Б.Б. Корнилова с соавт. также отмечена у большинства изученных форм и сортов яблони (у 20 из 22) высокая степень восстановления оводненности листьев, что в комплексе с другими показателями позволило отнести их к растениям, среднеустойчивым к высоким температурам [4].

Показатели потерь воды и восстановления оводненности являются одними из наиболее важных при оценке жаростойкости растений яблони в условиях термокамеры. Между данными показателями и суммарной длиной побегов имела место средняя по силе корреляция. С увеличением потерь воды уменьшалась суммарная длина побегов. Повышение восстановления оводненности сопровождалось увеличением суммарной длины побегов.

Между водным дефицитом и вегетативными показателями (число и суммарная длина побегов) имела место слабая корреляция. Возможно, это связано с тем, что показатель водного дефицита является более актуальным для условий открытого грунта, а в условиях термокамеры с капельным поливом и автоматическим поддержанием влажности воздуха данный показатель оказывает меньшее влияние на вегетативное развитие растений яблони. Об актуальности показателя водного дефицита в условиях агроценозов сообщали и другие исследователи [19].

Предложенный коэффициент жаростойкости характеризовался сильной степенью сопряженности с потерями воды, средней степенью – с восстановлением оводненности. Другие исследователи также отмечали сложность комплексной оценки жаростойкости и засухоустойчивости растений, предлагая, например, для общей оценки использовать методику ранжирования каждого показателя по 4-балльной шкале (от неустойчивых до высокоустойчивых) с последующим суммированием показателей и расположением генотипов яблони в порядке возрастания суммарного показателя [19]. Данная методика может рассматриваться как рациональный подход к комплексной оценке жаростойкости, однако характеризуется определенной долей субъективизма в оценке балла устойчивости. Как и в наших исследованиях, авторами установлена сильная корреляция между показателем суммы рангов и потерями воды, средняя по силе зависимость комплексного показателя от степени восстановления оводненности.

Между суммарной длиной побегов и коэффициентом жаростойкости изученных сортов яблони установлена средняя положительная корреляция ($r = 0,50$), тогда как между средней длиной одного побега и коэффициентом жаростойкости корреляционная связь отсутствовала. В наших более ранних экспериментах сорта груши с более высокой жаростойкостью формировали побеги меньшей длины по сравнению с сортами, характеризующимися более низкой жаростойкостью [14, 15].

Наиболее высоким коэффициентом жаростойкости отличался сорт Лобо, что было связано с минимальными потерями воды и максимальным восстановлением оводненности после теплового шока.

Некрозы листьев у сорта Болотовское, вероятно, связаны с высокими потерями воды и относительно низкой по сравнению с другими сортами яблони способностью к восстановлению оводненности, что приводило к повреждению тканей листьев. Аналогичный эффект отмечали Ю.А. Иващенко и другие авторы в исследованиях на персике, когда у сортов с высокой потерей воды происходило повреждение структурных компонентов клеток, что приводило к снижению способности листьев к восстановлению тургора [2].

Высокая выживаемость растений яблони при термообработке связана с биологическими особенностями культуры и конструкцией использованной термокамеры, обеспечивающей градиент температуры корневой и надземной систем растений, автоматическое увлажнение воздуха и капельный полив.

Выводы

Изучены основные показатели жаростойкости 6 сортов яблони при термообработке. Отмечена более высокая жаростойкость у сорта Лобо по сравнению с жаростойкостью других изученных сортов. Сорта яблони характеризовались средней (Лобо, Рождественское) и высокой (Болотовское, Имрус, Антоновка Обыкновенная, Кандиль Орловский) оводненностью, высокой потерей воды после моделируемого теплового шока, повышенным (Кандиль Орловский) и высоким (Болотовское, Имрус, Антоновка Обыкновенная, Лобо, Рождественское) водным дефицитом, высокой степенью восстановления оводненности листьев. Предложенный коэффициент жаростойкости характеризовался сильной степенью сопряженности с потерями воды ($r = -0,97$) и средней – с восстановлением оводненности ($r = 0,65$).

Растения яблони характеризовались высокой выживаемостью после термообработки, которая составила 92,3%.

Библиографический список

1. Долматов Е.А., Корнилов Б.Б. Морфобиологическая характеристика элитных декоративных форм яблони генофонда ФГБНУ ВНИИСПК // Плодоводство и ягодоводство России. – 2017. – Т. 48. – Ч. 1. – С. 78–82.
2. Иващенко Ю.А., Смыков А.В., Федорова О.С., Пилькевич Р.А. Засухоустойчивость сортов персика иностранной селекции в условиях Никитского ботанического сада // Плодоводство и ягодоводство России. – 2017. – Т. 51. – С. 140–145.
3. Комар-Тёмная Л.Д. Оценка засухоустойчивости декоративных сортов *Prunus persica* // Плодоводство и ягодоводство России. – 2017. – Т. 50. – С. 161–165.
4. Корнилов Б.Б., Долматов Е.А., Ожерельева З.Е. Результаты изучения засухо- и жароустойчивости декоративных форм семечковых культур (яблоня, груша) генофонда ВНИИСПК // Плодоводство и ягодоводство России. – 2015. – Т. 41. – С. 186–191.
5. Корнилов Б.Б., Ожерельева З.Е., Долматов Е.А., Хрыкина Т.А. Жаро- и засухоустойчивость некоторых декоративных сортообразцов груши генофонда ВНИИСПК // Современное садоводство. – 2018. – № 3. – С. 39–45. DOI: 10:24411/2312-6701-2018-10306.
6. Куликов И.М., Трунов Ю.В., Соловьев А.В., Борисова А.А., Тумаева А.А., Унадышев М.Т., Муратова С.А., Грачёва Т.А. Основы инновационного развития питомниководства России: монография. – М.: Всероссийский селекционно-технологический институт садоводства и питомниководства, 2018. – 188 с. – ISBN978–5–00140–013–4.
7. Леонченко В.Г., Евсеева Р.П., Жбанова Е.В., Черенкова Т.А. Предварительный отбор перспективных генотипов плодовых растений на экологическую

устойчивость и биохимическую ценность плодов: Методические рекомендации. – Мичуринск, 2007. – 72 с.

8. Макаров С.С., Упадышев М.Т., Кузнецова И.Б., Заушинцева А.В., Куликова Е.И., Сурина Е.А. Применение освещения различного спектрального диапазона при клональном микроразмножении лесных ягодных растений // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. – 2022. – № 6 (390). – С. 82–93. DOI: 10.37482/0536-1036-2022-6-82-93. – EDN KZOJIS.

9. Макаров С.С., Упадышев М.Т., Хамитов Р.С., Антонов А.М., Куликова Е.И., Кузнецова И.Б. Перспективы промышленного выращивания и биотехнологические методы размножения лесных ягодных растений: монография. – М.: Колос-с, 2023. – 152 с.

10. Минаева Н.А., Упадышева Г.Ю. Потенциал морозостойкости привойно-подвойных комбинаций сливы при искусственном промораживании // Плодоводство и ягодоводство России. – 2012. – Т. 31, № 2. – С. 65–72.

11. Ненько Н.И., Киселева Г.К., Ульяновская Е.В., Яблонская Е.К., Каравая А.В. Физиолого-биохимические критерии устойчивости яблони к абиотическим стрессам летнего периода // Сельскохозяйственная биология. – 2019. – № 54 (1). – С. 158–168. DOI: 10.15389/agrobiology.2019.1.158rus.

12. Ожерельева З.Е., Ефремов И.Н. Изучение жаро- и засухоустойчивости *Prunus cerasus* L. // Плодоводство и ягодоводство России. – 2020. – Т. 63. – С. 77–88. DOI: 10.31676/2073-4948-2020-63-77-88.

13. Борисова А.А., Упадышев М.Т., Мельникова Н.Н. [и др.]. Технология получения сертифицированного посадочного материала плодовых и ягодных культур: метод. указания. – М.: Всероссийский селекционно-технологический институт садоводства и питомниководства, 2009. – 84 с.

14. Упадышев М.Т. Действие препарата Фармайод при оздоровлении растений груши от вирусов методом термотерапии // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2022. – № 23 (6). – С. 822–831. DOI: 10.30766/2072-9081.2022.23.6.822-831.

15. Упадышев М.Т. Жаростойкость растений груши в процессе оздоровления от латентных вирусов с применением метода суховоздушной термотерапии // Садоводство и виноградарство. – 2022. – № 1. – С. 44–51. DOI: 10.31676/0235-2591-2022-1-44-51.

16. Упадышева Г.Ю. Влияние стресс-факторов летнего периода на продуктивность современных сортов // Плодоводство и ягодоводство России. – 2012. – Т. 31, № 2. – С. 277–283.

17. Упадышева Г.Ю. Исследование морозостойкости корнесобственной и привитой алычи в контролируемых условиях // Плодоводство и ягодоводство России. – 2023. – Т. 73. – С. 26–31. DOI: 10.31676/2073-4948-2023-73-26-32.

18. Цюпка С.Ю., Шоферистов Е.П., Иващенко Ю.А. Засухоустойчивость интродуцированных сортов нектарина // Плодоводство и ягодоводство России. – 2017. – Т. 50. – С. 291–294.

19. Юшков А.Н., Борзых Н.В., Земисов А.С. Оценка устойчивости исходных форм яблони к абиотическим стрессорам // Современное садоводство. – 2015. – № 4. – С. 8–13.

20. Berezina T.V., Savin E.Z. Promising drought-resistant and heat-resistant species and varieties of the genus *Malus* Mill. for creation of sustainable agrocenoses in the Trans-Volga-Ural region steppe // IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. – 2021. – Vol. 817. – P. 12–16. DOI: 10.1088/1755-1315/817/1/012016.

21. Tworkoski T., Fazio G., Glenn D.M. Apple rootstock resistance to drought // Scientia Horticulturae. – 2016. – № 204. – Pp. 70–78. DOI: 10.1016/j.scienta.2016.01.047.

22. Upadysheva G.Yu., Motyleva S.M., Tumaeva T.A., Mertvisheva M.E., Upadyshev M.T. Study of frost resistance of generative buds of scion/rootstock combinations of sweet cherry by freezing in ontrrolled conditions // E3S Web of Conferen-ces/ 254/02012(2021). [https:// doi.org/10.1051/e3sconf/202125402012](https://doi.org/10.1051/e3sconf/202125402012).

Исследования выполнены в рамках государственного задания ФГБНУ ФНЦ Садовод-ства (FGUW-2021–0004).

APPLE TREE RESISTANCE TO HIGH TEMPERATURE STRESS

M.T. UPADISHEV¹, S.S. MAKAROV¹, G.YU. UPADISHEVA²

(¹Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy;

²Federal Horticultural Center for Breeding, Agrotechnology and Nursery)

Under unstable climatic conditions, the resistance of apple trees to high temperatures is an important varietal trait. The aim of the research is to identify heat resistance indicators of different apple varieties in a heat chamber for dry air treatment. The heat treatment of the varieties Antonovka Obyknovennaya, Lobo, Rozhdestvenskoe, Bolotovskoe, Kandil Orlovskiy, Imrus was carried out in a heat chamber at the temperature of +38°C and air humidity of 40% for 90 days. For the heat treatment, 2-year-old apple plants were used. Higher heat resistance was observed in the Lobo variety compared to the other varieties studied. The apple varieties were characterized by medium (Lobo, Rozhdestvenskoe) and high (Bolotovskoe, Imrus, Antonovka Obyknovennaya, Kandil Orlovskiy) water content, high water losses after a simulated heat shock, increased (Kandil Orlovskiy) and high (Bolotovskoe, Imrus, Antonovka Obyknovennaya, Lobo, Rozhdestvenskoe) water deficit, high degree of restoration of leaf water content. The proposed heat resistance coefficient was characterized by a strong degree of association with water loss ($r = -0.97$) and a moderate degree of association with water content restoration ($r = 0.65$). Apple plants had a high survival rate after thermotherapy, which was 92.3%.

Keywords: apple tree, varieties, high temperatures, heat treatment, vegetative indicators, heat resistance indicators.

Acknowledgements

The research was carried out as part of the implementation of the state task of the Federal Horticultural Research Center for Breeding, Agrotechnology and Nursery (FGUW-2021–0004).

References

1. Dolmatov E.A., Kornilov B.B. V orphobiological characteristic of elite ornamental apple genotypes from the gene pool of all russian research institute of fruit crop breeding. *Pomiculture and small fruits culture in Russia*. 2017;48(1):78–82. (In Russ.)
2. Ivashchenko I.A., Smykov A.V., Fedorova O.S., Pilkevich R.A. The drought resistance on peach varieties of foreign breeding in conditions of the south coast of Nikit-sky Botanical Garden. *Pomiculture and small fruits culture in Russia*. 2017;51:140–145. (In Russ.)
3. Komar-Tyomnaya L.D. Evaluation of drought resistance of prunus persica ornamental varieties. *Pomiculture and small fruits culture in Russia*. 2017;50:161–165. (In Russ.)

4. Kornilov B.B., Dolmatov E.A., Ozherelyeva Z.E. The results of study of draught and heat resistance of ornamental forms of pip crops (apple, pear) of the All Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding gene pool. *Pomiculture and small fruits culture in Russia*. 2015;41:186–191. (In Russ.)
5. Kornilov B.B., Ozhereleva Z.E., Dolmatov E.A., Khrykina T.A. Heat and drought resistance of some ornamental pear genotypes from VNIISPK gene pool. *Contemporary Horticulture*. 2018;3:39–45. (In Russ.) <https://doi.org/10.24411/2312-6701-2018-10306>
6. Kulikov I.M., Trunov Yu.V., Solovyov A.V., Borisova A.A., Tumaeva A.A., Upadyshev M.T., Muratova S.A., Gracheva T.A. *Fundamentals of innovative development of nursery production in Russia*. Moscow, Russia: Vserossiyskiy selektsionno-tekhnologicheskii institut sadovodstva i pitomnikovodstva, 2018:188. (In Russ.)
7. Leonchenko V.G., Evseeva R.P., Zhanova E.V., Cherenkova T.A. *Preliminary selection of promising genotypes of fruit plants for ecological stability and biochemical value of fruits: guidelines*. Michurinsk, Russia, 2007:72. (In Russ.)
8. Makarov S.S., Upadyshev M.T., Kuznetsova I.B., Zaushintsena A.V., Kulikova E.I., Surina E.A. The use of lighting of various spectral ranges for clonal micropropagation of forest berry plants. *Russian Forestry Journal*. 2022;6(390):82–93. (In Russ.) <https://doi.org/10.37482/0536-1036-2022-6-82-93>
9. Makarov S.S., Upadyshev M.T., Khamitov R.S., Antonov A.M., Kulikova E.I., Kuznetsova I.B. *Prospects for industrial cultivation and biotechnological methods of propagation of forest berry plants*. Moscow, Russia: OOO “Izdatel’sko-knigotorgoviy tsentr “Kolos-s”, 2023:152. (In Russ.)
10. Minaeva N.A., Upadysheva G.Yu. Frost resistance potential of scion-rootstock combinations of plums during artificial freezing. *Pomiculture and small fruits culture in Russia*. 2012;31(2):65–72. (In Russ.)
11. Nenko N.I., Kiseleva G.K., Ulyanovskaja E.V., Yablonskaya E.K., Karavaeva A.V. Physio-biochemical criteria for apple tree tolerance to summer abiotic stresses. *Agricultural Biology*. 2019;54(1):158–168. (In Russ.) <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2019.1.158rus>
12. Ozherelieva Z.E., Efremov I.N. Study of heat and drought resistance of *Prunus cerasus* L. *Pomiculture and small fruits culture in Russia*. 2020;63(1):77–88. (In Russ.) <https://doi.org/10.31676/2073-4948-2020-63-77-88>
13. Borisova A.A., Upadyshev M.T., Melnikova N.N. et al. *Technology for obtaining certified planting material for fruit and berry crops*. Moscow, Russia: Vserossiyskiy selektsionno-tekhnologicheskii institut sadovodstva i pitomnikovodstva, 2009:84. (In Russ.)
14. Upadyshev M.T. The effect of the Pharmaid preparation in the virus elimination of pear plants using the thermotherapy method. *Agricultural Science Euro-North-East*. 2022;23(6):822–831. (In Russ.) <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2022.23.6.822-831>
15. Upadyshev M.T. Heat resistance of pear plants during recovery from latent viruses using dry-air thermotherapy. *Horticulture and viticulture*. 2022;(1):44–51. (In Russ.) <https://doi.org/10.31676/0235-2591-2022-1-44-51>
16. Upadysheva G.Yu. The influence of summer stress factors on the productivity of modern varieties. *Pomiculture and small fruits culture in Russia*. 2012;31(2):277–283. (In Russ.)
17. Upadysheva G.Yu. Study of frost resistance of own-rooted and grafted cherry plum under controlled conditions. *Pomiculture and small fruits culture in Russia*. 2023;73(1):26–31. (In Russ.) <https://doi.org/10.31676/2073-4948-2023-73-26-32>
18. Tsiupka S.Yu., Shoferistov E.P., Ivashchenko Ya.A. Drought tolerance of introduced nectarine varieties. *Pomiculture and small fruits culture in Russia*. 2017;50:291–294. (In Russ.)

19. *Yushkov A.N., Borzykh N.V., Zemisov A.S.* Apple initial forms and their estimation for resistance abiotic stressors. *Contemporary Horticulture*. 2015;4:8–13. (In Russ.)
20. *Berezina T.V., Savin E.Z.* Promising drought-resistant and heat-resistant species and varieties of the genus *Malus* Mill. for creation of sustainable agroecosystems in the Trans-Volga-Ural region steppe. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. sci.* 2021;817:012016. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/817/1/012016>
21. *Tworowski T., Fazio G., Glenn D.M.* Apple rootstock resistance to drought. *Scientia Horticulturae*. 2016;204:70–78. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2016.01.047>
22. *Upadysheva G.Yu., Motyleva S.M., Tumaeva T.A., Mertvisheva M.E., Upadyshev M.T.* Study of frost resistance of generative buds of scion/rootstock combinations of sweet cherry by freezing in controlled conditions. *E3S Web of Conferences*. 2021;254:02012. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202125402012>

Сведения об авторах

Упадышев Михаил Тарьевич, д-р с.-х. наук, член-корреспондент РАН, профессор кафедры биотехнологии, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; 127434, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: upad8@mail.ru; тел.: (499) 976-40-72

Макаров Сергей Сергеевич, д-р с.-х. наук, заведующий кафедрой декоративного садоводства и газоноведения, Российский государственный аграрный университет – МСХА К.А. Тимирязева; 127434, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: s.makarov@rgau-msha.ru; тел.: (499) 976-05-45

Упадышева Галина Юрьевна, канд. с.-х. наук, заведующий отделом агротехнологий в садоводстве, ФГБНУ Федеральный научный селекционно-технологический центр садоводства и питомниководства; 115598, Российская Федерация, г. Москва, ул. Загорьевская, 4; e-mail: upad64@mail.ru; тел. (495) 329-34-11

About the authors

Mikhail T. Upadyshev, DSc (Agr), Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Professor at the Department of Biotechnology, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49 Timiryazevskaya st., Moscow, 127434, Russian Federation; phone: (499) 976-40-72; e-mail: upad8@mail.ru)

Sergey S. Makarov, DSc (Agr), Head of the Department of Decorative Gardening and Lawn Science, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127434, Russian Federation; phone: (499) 976-05-45; e-mail: s.makarov@rgau-msha.ru)

Galina Yu. Upadysheva, CSc (Agr), Head of the Department of Agricultural Technologies in Horticulture, Federal Scientific Selection and Technology Center for Horticulture and Nursery Growing (4 Zagor'evskaya St., Moscow, 115598, Russian Federation; phone: (495) 329-34-11; e-mail: upad64@mail.ru)

ВЛИЯНИЕ МУЛЬТИВИТАМИННОГО КОМПЛЕКСА
 НА ЗООТЕХНИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ
 ГИБРИДНОГО МОЛОДНЯКА КРОЛИКОВ НА ОТКОРМЕ

Н.И. КУЛЬМАКОВА¹, Е.В. ШАСТИНА², М.А. КОНДРАШКИН¹

(¹ Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева;
² Костромская государственная сельскохозяйственная академия)

Проблема увеличения производства качественной, прибыльной и востребованной продукции животноводства на рынке остро стоит на современном этапе развития сельского хозяйства. Кролиководство сегодня является перспективной отраслью мясного животноводства, основная продукция которой – высококачественное диетическое мясо. В статье представлены результаты изучения возрастной динамики прироста живой массы гибридного молодняка кроликов на откорме при включении в их рацион разных концентраций мультивитаминного комплекса «НутриСел». Научно-хозяйственный эксперимент проводился в условиях кролиководческой фермы ООО «Русский кролик» Костромского района Костромской области. Лучшие результаты были получены в опытной группе № 2, животным которой скармливали 0,5 мл/гол/сут.: достоверная разница живой массы молодняка кроликов на откорме составила 3,06 кг ($P \leq 0,05$), что на 0,11 кг (3,59%) больше контрольной. Абсолютный прирост имел также преимущество перед аналогами контрольной и опытных групп № 1 и № 3 в среднем на 20 г (6,4%; $P \leq 0,01$). Среднесуточный прирост был выше на 2,64 г (5,77%; $P \leq 0,01$) по сравнению со сверстниками контрольной группы. Относительный прирост живой массы кроликов превосходил контрольную группу на 0,14% (1,41%). При этом сохранность молодняка составила 100%. С целью увеличения прироста живой массы рекомендуем включать в рацион кормления кроликов мультивитаминный комплекс «НутриСел» в количестве 0,5 мл/гол/сут. в течение 3–5 дней с момента отлучки.

Ключевые слова: кролики, кормление, добавка, концентрация, рост, молодняк, содержание, сохранность, технология.

Введение

Исследование вопросов кормления и воздействия различных кормовых добавок на организм кроликов действительно является важным аспектом для оптимизации технологических схем откорма и улучшения экономических результатов в промышленном кролиководстве. Использование универсальных кормов, которые могут подходить для всех технологических групп кроликов, может упростить процесс управления фермой и снизить затраты. Одной из актуальных проблем в этой области является использование кормовых добавок для обогащения рациона кроликов. Эти добавки должны содержать белково-витаминные комплексы, включающие в себя микро- и макроэлементы, а также незаменимые аминокислоты. Это имеет значение для улучшения качества мяса и повышения производительности кроликов, как считают зарубежные авторы [10–13].

Изучение влияния мультивитаминной кормовой добавки «НутриСел», выпускаемой предприятием Lek Veterina d.o.o. (Республика Словения), на организм кроликов является актуальным и интересным направлением исследований в кролиководстве. Данная добавка применяется в животноводстве и птицеводстве, но пока не нашла широкого применения в кролиководстве. «НутриСел» содержит комбинацию витаминов, аминокислот и селена. Добавка может иметь потенциал для улучшения зоотехнических показателей кроликов, способствовать улучшению аппетита животных. При этом повышается сохранность молодняка, укрепляется иммунитет и профилаксируется стресс животных перед убоем [5].

Кормовая добавка «НутриСел» содержит в 1 л действующих веществ: витамина А – 2800000 МЕ; витамина D₃ – 672000 МЕ; витамина С, Е, К₃, В₁, В₂, В₃, В₅, В₆, В₇, В₉, В₁₂ – 2000, 16000, 1920, 1200, 2560, 1600, 6400, 1600, 24, 400, 15200 мг соответственно; лизина, метионина, треонина, валина – 4000, 8000, 320, 400 мг соответственно; селена – 32 мг.

Цель исследований: сравнительная оценка зоотехнических показателей молодняка кроликов при использовании разных концентраций мультивитаминного комплекса «НутриСел».

Для достижения цели была поставлена задача: изучить зоотехнические показатели молодняка кроликов при введении в рацион разных концентраций мультивитаминного комплекса «НутриСел».

Материал и методы исследований

Эксперимент был проведен с августа по октябрь 2023 г. в условиях кролиководческой фермы «ООО Русский кролик» Костромского района Костромской области.

Для научно-хозяйственного опыта по изучению биологического действия и выбора оптимальной концентрации для кормовой добавки «НутриСел» было отобрано 160 гол. гибридного молодняка кроликов 43-суточного возраста, из которых сформировали 4 группы по 40 гол. в каждой. Сразу после отлучки от матери животные были взвешены и разделены на одну контрольную и три опытных группы по принципу пар аналогов, с учетом возраста, живой массы и физиологического состояния. Кормовую добавку животные получали с водой для поения. Кормление молодняка производилось по программе кормления с кормом ПК-92 «Лактация» в неограниченном количестве (табл. 1, 2). Содержание животных – клеточное, отвечающее всем зооигиеническим нормам.

Таблица 1

Структура рациона ПК-92 «Лактация» для гибридного молодняка кроликов на откорме

| Компонент | Содержание, % |
|--|---------------|
| Зерновые (ячмень, овес, пшеничные отруби, лузга подсолнечная) | 29,0 |
| Мука травяная (люцерновая) | 19,0 |
| Соевый шрот, шрот подсолнечный | 26,5 |
| Свекловичный жом (гранулированный) | 17,0 |
| Премикс | 1,0 |
| Подсолнечное масло, метионин, лизин, поваренная соль, мел кормовой, «ЛигноБайнд» | 7,5 |

**Анализ питательности комбикорма
для гибридного молодняка кроликов на откорме**

| Показатель | ПК-92 «Лактация» |
|-----------------------|------------------|
| Обменная энергия, мДж | 9,6 |
| Сырой протеин, % | 17,0 |
| Сырая клетчатка, % | 15,0 |
| Лизин, % | 0,80 |
| Метионин + цистин, % | 0,60 |
| Кальций, % | 1,13 |
| Фосфор, % | 0,5 |
| Медь, мг | 15,0 |
| Цинк, мг | 120,0 |
| Марганец, мг | 50,0 |
| Витамин А, тыс. МЕ | 15,0 |
| Витамин Д, тыс. МЕ | 1,0 |
| Витамин Е, мг | 100,0 |
| Поваренная соль, % | 1,0 |

У крольчат всех групп изучали интенсивность роста и развития, а именно динамику приростов живой массы [2, 3]. Рост молодняка оценивали путем индивидуального взвешивания на электронных весах в начале опыта (на 43-е сутки), на 50-е, 57-е, 64-е, 71-е сутки и перед убоем (в 77-суточном возрасте). Взвешивание проводили на весах с точностью до 0,01 кг.

У крольчат всех групп изучали интенсивность роста и развития: динамику приростов живой массы, абсолютный, среднесуточный и относительный приросты в разные периоды выращивания [4].

Статистическая обработка результатов была произведена с помощью пакета программ Statistica 6.0. Параметрический t-критерий Стьюдента использовали для определения достоверной разницы между группами с учетом уровня значимости, принятого для научных опытов. В таблицах результаты приведены в виде $M \pm m$, где M – среднее значение; m – стандартная ошибка среднего [6].

Результаты и их обсуждение

В ходе научно-хозяйственного эксперимента была проведена оценка продуктивных характеристик гибридов молодняка кроликов в процессе откорма.

Одним из значимых хозяйственно-полезных признаков является взаимосвязь возраста с живой массой кроликов, имеющая большое биологическое значение [7].

По мнению А.В. Черненко, показатели живой массы молодняка кроликов представляют особый интерес [8]. Показатели динамики живой массы молодняка кроликов на откорме в разные периоды жизни отражены в таблице 3.

По результатам исследований, направленных на определение максимально эффективной концентрации кормовой добавки «НутриСел» для кроликов, установлено, что гибридный молодняк в первой опытной группе рос значительно медленнее, чем гибридный молодняк контрольной группы (без кормовой добавки). Живая масса кроликов первой опытной группы ближе к завершению опыта (71 сут.) составляла 2,41 кг, что на 0,23 кг меньше контрольной ($P \leq 0,001$; 8,71%), а к периоду убоя (77 дней) – 2,78 кг, что на 0,17 кг ($P \leq 0,05$; 6,11%) меньше контроля соответственно. Это может быть связано в большей степени с неоптимальной и неправильной подобранной концентрацией кормовой добавки «НутриСел» для данной группы кроликов.

Из данных таблицы 3 следует, что молодняк кроликов второй опытной группы показывал более высокий прирост живой массы в разные периоды откорма в сравнении с животными контрольной и других опытных групп. Гибридный молодняк данной группы рос интенсивнее с 50 суток до убоя (77 суток), чем гибридный молодняк контрольной группы. Достоверная прибавка его живой массы на 64 сутки составила 0,11 кг ($P \leq 0,05$; 4,62%), на 71 сутки – 0,13 кг ($P \leq 0,05$; 4,92%; к концу опыта живая масса достигла 3,06 кг ($P \leq 0,05$), что на 0,11 кг (3,59%) больше контрольной соответственно. Данная концентрация является более эффективной для использования ее в кормлении животных. Отмечено также, что у гибридного молодняка кроликов третьей опытной группы приросты живой массы в разные периоды откорма находятся на уровне среднего по сравнению с другими опытными группами. Их живая масса на 50-е сутки достигала 1,72 кг ($P \leq 0,01$; 6,01%); на 64-е сутки – 2,27 кг ($P \leq 0,01$; 4,62%) и к периоду убоя (77 дней) составила 2,90 кг, что меньше контроля на 0,05 кг ($P \leq 0,05$; 1,01%) соответственно. Это может означать, что данная выбранная концентрация тоже не является оптимальной и эффективной для кормления кроликов.

Таблица 3

Возрастная динамика живой массы гибридов молодняка кроликов на откорме, кг

| Возраст, суток | Группа (n = 40) | | | |
|------------------|-----------------|--------------|-------------|-------------|
| | Контрольная | Опытная № 1 | Опытная № 2 | Опытная № 3 |
| 43 | 1,35±0,04 | 1,34±0,02 | 1,34±0,01 | 1,36±0,05 |
| 50 | 1,83±0,02 | 1,82±0,04 | 1,85±0,01 | 1,72**±0,03 |
| 57 | 2,11±0,04 | 2,09±0,03 | 2,17±0,05 | 2,07±0,01 |
| 64 | 2,38±0,03 | 2,33±0,02 | 2,49*±0,03 | 2,27**±0,02 |
| 71 | 2,64±0,05 | 2,41***±0,01 | 2,77±0,01 | 2,56±0,02 |
| 77 (перед убоем) | 2,95±0,01 | 2,78*±0,01 | 3,06*±0,01 | 2,90*±0,02 |

Примечание. Достоверная разность между опытной и контрольными группами при * – $p \leq 0,05$, ** – $p \leq 0,01$, *** – $p \leq 0,001$.

Таким образом, наиболее эффективной концентрацией мульти-витаминного комплекса «НутриСел» является 0,5 мл/гол/сут. Такая концентрация оказала наибольшее положительное ростостимулирующее действие на кроликов второй опытной группы к периоду убоя (к 77-суточному возрасту). Ее применение позволило получить у животных к моменту убоя положительную разницу в живой массе на 0,11 кг, или 3,59% ($P \leq 0,05$) соответственно. При этом сохранность гибридного молодняка на откорме составила 100%.

Как считает Е.А. Алексеева, абсолютный, среднесуточный и относительный прирост живой массы – это показатели, отражающие интенсивность роста животных [1].

Во время научно-хозяйственного опыта нами были проведены исследования по изменению прироста живой массы гибридного молодняка на откорме (табл. 4). Анализируя данные таблицы 4, можно сказать, что средний показатель абсолютного прироста за весь период опыта у молодняка кроликов на откорме контрольной группы составил 320 г, у кроликов опытной группы № 1–274 г, что на 14,4% меньше контрольной; у опытной группы № 2–336 г, что на 5% больше контрольной и опытной групп; № 3–296 г, на 7,5% меньше контрольной соответственно.

Таблица 4

Прирост живой массы молодняка гибридов кроликов на откорме, г

| Группа (n = 40) | Промеры | Период, сутки | | | | |
|--------------------|---------|---------------|--------------------------|-------------|-------------|-----------------------------|
| | | 43–50 | 50–57 | 57–64 | 64–71 | 71–77 |
| контрольная | АП, г | 480,00±6,01 | 280,00±5,00 | 270,00±2,90 | 260,00±3,78 | 310,00±3,37 |
| | СП, г | 68,57±0,64 | 40,00±0,73 | 38,57±0,51 | 37,14±0,62 | 45,69±0,58 |
| | ОП, % | 30,18±0,53 | 14,21±0,55 | 12,02±0,49 | 11,35±0,49 | 9,89±0,63 |
| опытная № 1 | АП, г | 480,00±3,88 | 270,00±3,65 | 140,00±3,02 | 180,00±4,09 | 300,00±4,15 |
| | СП, г | 68,57±0,60 | 38,57±0,77 | 20,00±0,91 | 25,71±0,58 | 30,66±0,73 |
| | ОП, % | 30,37±0,33 | 13,81±0,43 | 9,48±0,43 | 8,76±0,51 | 9,37±0,42 |
| опытная № 2 | АП, г | 310,00±3,98 | 320,00±2,36 | 340,00±2,36 | 280,00±4,20 | 330,00±5,68 ^{1**} |
| | СП, г | 58,57±1,14 | 45,71±0,68 | 49,35±0,71 | 40,99±0,55 | 48,33±0,59 ^{2**} |
| | ОП, % | 26,53±0,45 | 10,33±0,66 | 9,58±0,41 | 8,64±0,46 | 10,03±0,58 |
| опытная № 3 | АП, г | 360,00±2,36 | 305,00±3,40 | 200,00±4,08 | 290,00±4,06 | 325,00±3,78 ^{1***} |
| | СП, г | 51,72±0,70 | 42,28±0,92 ^{2*} | 28,57±0,71 | 41,42±0,68 | 42,66±0,64 |
| | ОП, % | 23,37±0,77 | 12,58±0,38 ^{3*} | 9,21±0,49 | 9,00±0,47 | 9,18±0,61 |

Примечание. 1 – при сравнении с абсолютным приростом опытной группы: ^{1*} – при $p \leq 0,05$; ^{1**} – при $p \leq 0,01$; ^{1***} – при $p \leq 0,001$.

2 – при сравнении со среднесуточным приростом опытной группы: ^{2*} – при $p \leq 0,05$; ^{2**} – при $p \leq 0,01$; ^{2***} – при $p \leq 0,001$.

3 – при сравнении с относительным приростом опытной группы: ^{3*} – при $p \leq 0,05$; ^{3**} – при $p \leq 0,01$; ^{3***} – при $p \leq 0,001$.

В период 64–71 сут. наблюдалось снижение интенсивности роста кроликов всех групп. Этот фактор говорит об их физиологическом состоянии и повышением уровне жираотложения в организме. При этом уровень кормления оставался на высоком уровне при полноценности кормов. Так, кролики к концу откорма в 77-суточном возрасте (перед убоем) имели показатели абсолютного прироста живой массы: 310 г, 300 г, 330 г ($P \leq 0,01$), 325 г ($P \leq 0,001$) для кроликов контрольной и опытных групп № 1, № 2, № 3 соответственно. В этот период молодняк кроликов опытной группы № 2 имел преимущество перед аналогами контрольной и опытных групп № 1 и № 3: 20 г (6,4%; $P \leq 0,01$); 30 г (9,1%); (1,5%; $P \leq 0,001$). У молодняка опытной группы № 1 абсолютный прирост был меньше, чем у контрольной, на 10 г (3,2%), у животных опытной группы № 3 показатели были немного меньше, чем в опытной № 2, но больше, чем в контрольной. К концу опыта абсолютный прирост составил 15 г (4,8%; $P \leq 0,001$) по сравнению с контролем, но не превысил прирост кроликов опытной группы № 2.

Условные обозначения в таблице: АП – абсолютный прирост; СП – среднесуточный прирост; ОП – относительный прирост.

Такой показатель, как среднесуточный прирост, дает представление об интенсивности роста молодняка кроликов на откорме (табл. 4).

Из таблицы следует, что средний показатель среднесуточного прироста за весь период опыта у молодняка кроликов на откорме составил: у контрольной группы – 45,99 г; у опытной № 1 – 36,70 г; у опытной № 2 – 48,59 г; у опытной № 3 – 41,36 г. Первая и третья опытные группы имели результаты меньше контрольной на 9,29 г (20,20%) и 4,63 г (10,06%) соответственно, вторая опытная группа имела преимущество над сверстниками контрольной группы на 2,64 г (5,58%; $P \leq 0,01$).

К концу опыта на 77-е сутки показатели среднесуточного прироста были следующими: у контрольной – 45,69 г; у опытных № 1, № 2, № 3 – 30,66 г; 48,33 г ($P \leq 0,01$); 42,66 г соответственно. Показатели первой и третьей опытных групп уступали показателям сверстников контрольной группы на 15,51 г (32,89%) и 3,03 г (6,63%) соответственно.

Из данных таблицы также следует, что за все время проведения научно-хозяйственного опыта наибольшим среднесуточным приростом живой массы характеризовались кролики второй опытной группы, которые получали рацион с добавлением мультивитаминного комплекса «НутриСел» в дозе 0,5 мл/гол/сут. Приросты к концу опыта превысили показатели кроликов контрольной группы на 2,64 г (5,77%; $P \leq 0,01$), других опытных групп № 1 и № 3 – на 17,67 г (57,63%) и 5,67 г (13,29%) соответственно. Следовательно, использование кормовой добавки «НутриСел» с разной концентрацией оказывает различное влияние на приросты живой массы гибридного молодняка кроликов. Концентрация в количестве 0,5 мл/гол/сут. является оптимальной и оказывает положительное влияние на среднесуточные приросты.

По данным зарубежных источников, истинная скорость роста не характеризует ни абсолютный, ни среднесуточный прирост. Она не характеризует взаимосвязь между величиной растущей массы тела и скоростью роста кроликов. Чтобы охарактеризовать степень напряженности роста молодняка животных, нужно вычислить относительную скорость роста, выраженную в процентах. Данный способ выражения позволяет сравнить прирост животных с разной живой массой [9, 14, 15].

Из данных таблицы 4 видим снижение относительной скорости роста молодняка кроликов с 43 по 77 сутки, причиной чего является замедление обменных процессов с возрастом в организме кроликов.

Нами установлено, что за все временные периоды наибольшая относительная скорость роста преобладала у кроликов опытной группы № 2, остальные показатели опытных групп уступали показателям контрольной группы. К концу

научно-хозяйственного эксперимента опытная группа № 2 превосходила контрольную на 0,14% (1,41%). Показатели опытных групп № 1 и № 2 были меньше контрольной на 0,52% (5,25%) и 0,72% (7,17%) соответственно.

За время проведенного опыта относительная скорость роста гибридного молодняка на откорме составила для животных контрольной группы 77,65%; опытной № 1–71,79%; опытной № 2–65,11%; опытной № 3–66,34%. При этом опытная группа № 2 превосходила сверстников других групп на 19,2%; 10,2% и 1,88% соответственно.

Выводы

С целью увеличения прироста живой массы, абсолютного, среднесуточного и относительного прироста, сохранности молодняка рекомендуем включать в рацион кормления кроликов мультивитаминовый комплекс «НутриСел» в концентрации 0,5 мл/гол/сут в течение 3–5 дней.

Библиографический список

1. *Алексеева Е.А.* Продуктивно-биологические особенности кроликов, выращиваемых по акселерационному способу в Краснодарском крае: Дис. ... канд. с.-х. наук. – Красноярск, 2007. – 93 с.
2. *Беоглу Е.В., Здюмаева Н.П., Озерецковская Е.В.* Интенсивность роста мясного гибрида кроликов при использовании универсального комбикорма в условиях промышленной технологии // *Аграрный вестник Верхневолжья.* – 2018. – № 4. – С. 65–69.
3. *Беоглу Е.В., Здюмаева Н.П., Озерецковская Е.В.* Продуктивные показатели кроликов в период выращивания и откорма при использовании универсального комбикорма // *Инновационное развитие современной науки: проблемы, закономерности, перспективы: Сборник статей VI Международной научно-практической конференции: В 2 ч. – Ч. 1.* – Пенза, 2018. – С. 103–106.
4. *Беоглу Е.В., Здюмаева Н.П.* Сравнительная оценка экстерьерных показателей и продуктивности мясного гибрида при использовании универсального комбикорма в условиях промышленной технологии // *Труды Костромской государственной сельскохозяйственной академии.* – Вып. 88. – Караваево: Костромская ГСХА, 2018. – С. 37–43.
5. *Кондрашкин М.А., Кульмакова Н.И., Шастина Е.В.* Морфологические и биохимические показатели крови молодняка кроликов при использовании кормовой добавки «Нутрисел» // *Вестник Чувашского государственного аграрного университета.* – 2023. – № 2 (25). – С. 124–128. – DOI: 10.48612/vch/te2t-4zu4-e138. – EDN CVSSBA.
6. *Плохинский Н.А.* Биометрия: учеб. пособие – Изд. 2-е. – М.: Издательство Московского университета, 1970. – 367 с.
7. *Пономарев В.Я., Юнусов Э.Ш., Ежкова Г.О.* Влияние кормовых минеральных добавок на качественные и технологические показатели мяса кроликов // *Вестник Казанского технологического университета.* – 2014. – Т. 17, № 20. – С. 213–216. – EDN SYAHLT.
8. *Черненко А.В., Ратошный А.Н.* Качество мяса кроликов при разных условиях кормления и содержания // *Кролиководство и звероводство.* – 2015. – № 6. – С. 44–46.
9. *Biró-Németh E., Radnai I.* Effect of energy restriction in interaction with genotype on the performance of growing rabbits I: Productive traits. *Livest. Sci.* – 2008. – 118. – Pp. 123–131.
10. *Gidenne T., Combes S., Briens C., Duperray J., Mevel L., Rebours G., Saulau J.M., Weissman D., Combe Y., Travel A.* Intake limitation strategy and dietary protein

concentration: effect on rabbit growth performance and health, from a large-scale study in a french network of experimental units (GEC) // 10th World Rabbit Congress. – 2012. – 4–6 September. Sharm El Sheik, Egypt. – Pp. 244–248.

11. *Gidenne T.* Dietary fibres in the nutrition of the growing rabbit and recommendations to preserve digestive health: a review // *Animal*. – 2015. – № 9 (02). – Pp. 227–242.

12. *Lebas F.* Estimation of digestible energy content and protein digestibility of raw materials by the rabbit, with a system of equations. Proceedings 11th World Rabbit Congress. – 2016. – June 15–18. – Qingdao – China. – Pp. 293–296 + Presentation.

13. *Lebas F.* Quelques pistes pour améliorer la productivité et la rentabilité d'un élevage commercial de lapin's. François LEBAS Directeur de Recherches honoraire INRA Association «Cuniculture» – France <http://cuniculture.info> VISEU. – 2017. – 19 oct. – Pp. 1–38

14. *Olabanji R.O., Farinu G.O., Akinlade J.A. and Ojebiyi O.O. ()*. Growth performance and haematological characteristics of weaner rabbits fed different levels of wild sunflower (*Tithonia diversifolia* Hems L A. Gray) leaf blood meal mixture. Proc. Of 32nd Animal Conf. of Nig. Soc. For Anim. Prod. – 2007. – Pp. 207–209.

15. *Romero C., Cuesta S., Astillero J.R., Nicodemus N., De Blas C.*, Effect of early feed restriction on performance and health status in growing rabbits slaughtered at 2 kg live-weight. World Rabbit Sci // 10th World Rabbit Congress. – 2010. – 4–6 Septembre. – № 18. – Pp. 211–218. Sharm El Sheik, Egypt.

INFLUENCE OF MULTIVITAMIN COMPLEX ON ZOOTECHNICAL INDICATORS OF HYBRID YOUNG FATTEN RABBIT

N.I. KULMAKOVA¹, E.V. SHASTINA², M.A. KONDRASHKIN¹

(¹Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev State Agricultural Academy;

²Kostroma State Agricultural Academy)

The problem of increasing the production of high-quality, profitable and in-demand livestock products on the market is acute at the present stage of agricultural development. Rabbit breeding today is a promising branch of beef farming, the main product of which is high-quality dietary meat. The article presents the results of a study of age dynamics and live weight gain of hybrid young rabbits for fattening when different doses of the multi-vitamin complex "NutriCel" are included in their diet. From August to October 2023, a scientific and economic experiment was carried out on the territory of the rabbit breeding farm of Russian Rabbit LLC, Kostroma district, Kostroma region. As a result of the scientific experiment, the following data were obtained: the best results were obtained in experimental group No. 2, the animals of which were fed 0.5 ml/animal/day: a significant increase in live weight of young fattening rabbits was 3.06 kg ($P \leq 0.05$), which is 0.11 kg (3.59%) more than the control. The absolute increase had an advantage over the analogues of the control and experimental groups No. 1 and No. 3 by 20 g (6.4%; $P \leq 0.01$). The average daily gain was higher by 2.64 g (5.77%; $P \leq 0.01$) compared with peers in the control group. The relative increase exceeded the control by 0.14% (1.41%). At the same time, the safety of the young animals was 100%. In order to increase live weight gain, we recommend including the multi-vitamin complex "NutriCel" in the diet of rabbits with a dosage of 0.5 ml/bird/day for preventive purposes within 3–5 days from the moment of weaning. It showed a positive effect not only on the zootechnical parameters of young rabbits, but also on immunity in general.

Keywords: rabbits, feeding, additive, concentration, growth, young, maintenance, preservation, technology.

References

1. *Alekseeva E.A.* Productive and biological features of rabbits raised by the acceleration method in the Krasnodar Territory. CSc (Agr) thesis: 06.02.01. Krasnoyarsk, Russia, 2007:93. (In Russ.)
2. *Beogly E.V., Zdyumaeva N.P., Ozeretskoyanskaya E.V.* Growth rate of meat hybrid rabbits when using universal fodder under the conditions of industrial technology. *Agrarniy vestnik Verkhnevolzh'ya*. 2018;4:65–69. (In Russ.)
3. *Beogly E.V.* Productive indicators of rabbits during the growing and fattening period when using universal feed. In: *Innovatsionnoe razvitie sovremennoy nauki: problemy, zakonomernosti, perspektivy: Proceedings of the VI International Scientific and Practical Conference in two parts. Part I*. Penza, Russia, 2018:103–106. (In Russ.)
4. *Beogly E.V., Zdumaeva N.P.* Comparative assessment of exterior indicators and productivity of meat hybrid of rabbits at use of universal compound feed in the conditions of industrial technology. *Trudy Kostromskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii. Vypusk 88*. Karavaevo, Russia: Kostromskaya GSKhA, 2018:37–43. (In Russ.)
5. *Kondrashkin M.A., Kul'makova N.I., Shastina E.V.* Morphological and biochemical blood parameters of young rabbits when using the feed additive Nutrisel. *Nauchnye trudy Cheboksarskogo filiala Glavnogo botanicheskogo sada im. N.V. Tsitsina RAN*. 2023;2(25):124–128. (In Russ.) <https://doi.org/10.48612/vch/te2t-4zu4-e138>
6. *Plokhinskiy N.A.* *Biometrics*. Moscow, Russia: Izdatel'stvo Moskovskogo Universiteta, 1970:367. (In Russ.)
7. *Ponomarev V.Ya.* Effect of feed mineral additives on qualitative and technological indicators of rabbit meat. *Vestnik Kazanskogo teschnologicheskogo universiteta*. 2014;17(20):213–216. (In Russ.)
8. *Schernenko A.B., Ratoshniy A.N.* The taste of Quality of rabbit meat at different systems of feeding and housing. *Krolikovodstvo i zverovodstvo*. 2015;6:44–46 (In Russ.)
9. *Biró-Németh E., Radnai I.*, Effect of energy restriction in interaction with genotype on the performance of growing rabbits I: Productive traits. *Livest. Sci.* 2008;118:123–131.
10. *Gidenne T., Combes S., Briens C., Duperray J., Mevel L., Rebours G., Salaun J.M., Weissman D., Combe Y., Travel A.* Intake limitation strategy and dietary protein concentration: effect on rabbit growth performance and health, from a large-scale study in a french network of experimental units (GEC). In: *10th World Rabbit Congress, 4–6 September*. Sharm El Sheik, Egypt, 2012:244–248.
11. *Gidenne T.* Dietary fibres in the nutrition of the growing rabbit and recommendations to preserve digestive health: a review. *Animal*. 2015;9(02):227–242.
12. *Lebas F.* Estimation of digestible energy content and protein digestibility of raw materials by the rabbit, with a system of equations. *Proceedings of the 11th World Rabbit Congress*. Qingdao, China, 2016:293–296.
13. *Lebas F.* Quelques pistes pour améliorer la productivité et la rentabilité d'un élevage commercial de lapin's. <http://cuniculture.info VISEU>, 2017:1–38. (In French)
14. *Olabanji R.O., Farinu G.O., Akinlade J.A., Ojebiyi O.O.* Growth performance and haematological characteristics of weaner rabbits fed different levels of wild sunflower (*Tithonia diversifolia* Hems L A. Gray) leaf blood meal mixture. *Proc. of 32nd Animal Conf. of Nig. Soc. for Anim. Prod.* 2007:207–209.
15. *Romero C., Cuesta S., Astillero J.R., Nicodemus N., De Blas C.* Effect of early feed restriction on performance and health status in growing rabbits slaughtered at 2 kg live-weight. *World Rabbit Sci.* 2010;18:211–218.

Сведения об авторах

Кульмакова Наталия Ивановна, д-р с.-х. наук, доцент, профессор кафедры ветеринарной медицины, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; 127434, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 2Д; e-mail: nkylmakova@rgau-msha.ru; тел.: (916) 653-77-99

Шастина Елена Валентиновна, канд. с.-х. наук, старший преподаватель кафедры анатомии и физиологии животных, органической и биологической химии, Костромская государственная сельскохозяйственная академия; 156530, Российская Федерация, п. Караваево, Костромская область, ул. Учебный городок, 34; e-mail: beoglu.e@mail.ru; тел.: (950) 240-08-15

Кондрашкин Максим Александрович, аспирант кафедры ветеринарной медицины, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; 127434, Российская Федерация, г. Москва, ул. Лиственничная аллея, 16; e-mail: maksim.kondrashkin@mail.ru; тел.: (920) 647-87-78

About the authors

Natalia I. Kulmakova, DSc (Agr), Professor, Associate Professor at the Department of Veterinary Medicine, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127434, Russian Federation; phone: (916) 653-77-99; e-mail: nkylmakova@rgau-msha.ru)

Elena V. Shastina, CSc (Agr), Senior Lecturer at the Department of Animal Anatomy and Physiology, Organic and Biological Chemistry, Kostroma State Agricultural Academy (34 Uchebniy gorodok St., Karavaevo Vlg., Kostroma Region, 156530, Russian Federation; phone: (950) 240-08-15; e-mail: beoglu.e@mail.ru)

Maksim A. Kondrashkin, postgraduate student of the Department of Veterinary Medicine, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127434, Russian Federation; phone: (920) 647-87-78; e-mail: maksim.kondrashkin@mail.ru)

РАЗВИТИЕ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА В ОТДЕЛЬНЫХ СТРАНАХ,
НАХОДЯЩИХСЯ ПОД САНКЦИЯМИ

Е.А. ГАТАУЛИНА, А.А. ПОТАПОВА

(Центр агропродовольственной политики ИПЭИ РАНХиГС)

В мире все чаще применяются санкции для достижения экономических и политических целей их инициаторов. Как правило, санкции нацелены на основные секторы экономики включая торговлю и финансы, применяются также против отдельных лиц и компаний. При этом сельское хозяйство и продовольственное обеспечение формально выводятся из-под ограничений ввиду гуманитарных соображений, однако фактически все равно испытывают негативное воздействие, являясь неотъемлемой частью экономики. Во многих странах действие санкций усугубляются другими факторами внутренней нестабильности: военными конфликтами, природными катаклизмами, а также просчетами в управлении. В статье анализируется динамика сельскохозяйственного производства, использования средств производства, а также отдельные показатели продовольственной безопасности на примере 5 государств, находящихся под санкционным давлением (Иран, Сирия, Венесуэла, Куба и Корейская Народно-Демократическая Республика). Целью исследований является анализ развития сельскохозяйственного сектора в данных государствах в условиях санкций. Выявлено, что санкции наносят серьезный удар по экономике, в том числе по сельскому хозяйству, но не влияют на смену режимов государств, на что они, собственно, и были нацелены их инициаторами. Воздействие санкций усиливается в случае введения вторичных санкций и создания широкой коалиции. Кроме того, одновременное применение финансовых и торговых санкций оказывает более выраженный неблагоприятный эффект. Вместе с внутренней нестабильностью санкции значительно повышают составной индекс глобального голода, повышая уровень недоедания населения в стране, а также отрицательно сказываются на доступности и стабильности продовольственного обеспечения, усиливая импортозависимость и повышая цены на продовольствие. Для всех рассмотренных стран совокупность ограничений привела к снижению производительности сельского хозяйства и доступа к ресурсам, что повлияло на сокращение сельскохозяйственного производства. В то же время отмечается способность отрасли адаптироваться к складывающимся условиям.

Ключевые слова: санкции, сельское хозяйство, дефицит средств производства, продовольственная безопасность, индекс голода, военные конфликты, жесткое государственное регулирование.

Введение

Введение экономических санкций и их последствия для государств, на которые они направлены, в последнее время вызывают большой интерес ввиду их постоянного использования [9]. Как правило, санкции вводятся для создания максимального экономического ущерба, чтобы вынудить правящий режим государства

изменить свою политику [26, 29]. Однако их воздействие в большей мере отражается на населении стран. Санкции прямо и косвенно влияют на различные аспекты продовольственной безопасности (наличие, доступ и стабильность) ввиду их воздействия на экономику, сельскохозяйственный сектор и способность государства, а также частных субъектов и гуманитарных организаций импортировать продукты питания, оборудование [7, 31]. С учетом постоянной глобальной озабоченности по искоренению голода, о чем свидетельствуют цели в области устойчивого развития (ЦУР 2), эти аспекты являются актуальными и на международном уровне.

Различают всеобъемлющие санкции, полностью блокирующие любые виды торговых и финансовых операций с целыми странами, секторальные (затрагивающие отдельные отрасли экономики), а также адресные санкции, ограничивающие подобные операции с отдельными лицами и/или компаниями. Существуют различные инструменты вводимых санкций: экспортный контроль, ограничения на импорт, запреты на поездки, замораживание активов, сокращение или прекращение иностранной помощи, разрыв дипломатических отношений и т.д., которые по-разному могут отражаться на сельском хозяйстве и продовольственной безопасности. В более широком смысле различные санкционные инструменты можно подразделить на финансовые и торговые. В научных исследованиях подчеркивается, что финансовые санкции наносят более выраженный экономический ущерб по сравнению с торговыми санкциями, поскольку они могут нарушить торговый обмен даже без явных торговых ограничений [21]. Кроме того, финансовые санкции сложнее обходить, чем торговые.

Несмотря на то, что обычно продовольствие напрямую не попадает под санкции, экспорт и импорт сельскохозяйственной продукции, а также средств производства страдают от общих условий, затрудняющих финансовые транзакции и торговый обмен [14]. Кроме того, перебои с импортом приводят не только к сокращению наличия продовольствия на внутренних рынках, но и к снижению доступности непродовольственных товаров, например, необходимых для приготовления пищи, лекарств и т.д. [31]. Открытость страны для международной торговли и иностранных инвестиций оптимизирует использование ресурсов, максимизирует доход и сводит к минимуму колебания внутренних цен на продовольствие и количество продаваемых товаров [11]. Научные исследования указывают на влияние международных санкций также на экономический рост, неравенство доходов [8] и на уровень бедности [27].

Цель исследований: анализ развития сельскохозяйственного сектора в государствах, находящихся под санкционным давлением в XX–XXI вв.

Материал и методы исследований

Анализ проведен на примере 5 стран: Иран, Сирия, Венесуэла, Куба и Корейская Народно-Демократическая Республика. Эти страны в течение длительного времени находятся под международными санкциями, а также сталкиваются с различными внутренними вызовами (гражданские войны, политические кризисы, жесткое государственное регулирование и т.д.). Зарубежный опыт может быть полезен для России, которая с 2022 г. также находится под значительным санкционным давлением.

Статистической базой исследований стали данные Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (ФАО), которая публикует широкий ряд сельскохозяйственных показателей по большинству стран мира с 1961 г., что позволяет на длительном историческом этапе проследить последствия тех или иных санкций и происходивших событий. Развитие сельского хозяйства анализировалось исходя из динамики индекса валового сельскохозяйственного производства и индекса валового сельскохозяйственного производства на душу населения, а также посевных

площадей, уровня применения удобрений и пестицидов. Кроме того, рассматривалась зависимость страны от импорта продовольствия: коэффициент зависимости от импорта зерновых¹, который показывает, какая часть зерновых культур из имеющихся внутренних запасов была импортирована; стоимость импорта продовольствия (кроме рыбы) по отношению к стоимости общего экспорта товаров. Данные показатели отражают наличие и стабильность продовольственного обеспечения страны.

Уровень продовольственной безопасности оценивался по уровню распространенности недоедания и голода среди населения по доступным данным ФАО. Также использовался составной индекс голода (Global Hunger Index (GHI)), разработанный Международным исследовательским институтом продовольственной политики (IFPRI) [17]. GHI основан на следующих показателях: доля населения, страдающего от недоедания (калорийность – ниже определенных диетических потребностей); доля детей в возрасте до 5 лет с недостаточным весом (истощение и задержка роста); процент детей, умерших в возрасте до 5 лет. Данный индекс измеряется по 100-балльной шкале, где 0 – лучший результат (отсутствие голода), 100 – худший результат. Индекс имеет 5 интервалов шкалы, которые отображают интенсивность или тяжесть голода. Показатель меньше 9,9 свидетельствует о низком уровне голода, а показатель больше 50 считается крайне тревожным.

Также на основе зарубежных исследований по каждой выбранной для анализа стране был сделан аналитический обзор направлений введенных международных санкций в разные периоды времени. Ниже представлены «кейсы» стран, уже долгое время находящихся под санкциями.

Результаты и их обсуждение

Исламская Республика Иран. Иран является одним из лидеров по количеству международных санкций, действующих на протяжении длительного периода. США выступали основным инициатором санкций. Первые масштабные санкции наложены в 1979 г., когда были заморожены иранские активы в США, а в 1980 г. введено торговое эмбарго. Санкции были сняты в 1981 г. Однако в 1987 г. снова был введен запрет на иранский импорт в США «за поддержку терроризма». В 1995–1997 гг. США ввели запрет на кредитование и участие в разработках нефтегазового сектора Ирана, торговое эмбарго и запрет инвестиций в иранскую собственность [5]. Впоследствии США добивались присоединения к своим санкциям других стран: был введен принцип экстерриториальности санкций, то есть США штрафовали за нарушение санкций не только американские, но и иностранные компании и граждан. Однако устойчивой коалиции США в то время создать не удалось, был привлечен Совет безопасности ООН. В декабре 2006 г. была принята резолюция ООН № 1737, «запрещающая всем государствам поставки в Иран материалов, которые могли бы содействовать реализации его ракетно-ядерной программы. Запрещался оружейный экспорт, страны призывались «воздержаться от субсидий, кредитов и финансовой помощи Ирану за исключением гуманитарных программ». Также вводились визовые ограничения и заморозка активов ряда иранских юридических и физических лиц [5].

В дальнейшем санкции только ужесточались. Под них попали судовладельцы, которые перевозили нефть из Ирана, и страховщики нефтяных перевозок. В 2012 г. к санкциям присоединился ЕС (запрет покупки, хранения и транспортировки нефти).

¹ Расчет ФАО по формуле: $(\text{импорт} - \text{экспорт}) / (\text{производство} + \text{импорт} - \text{экспорт}) * 100$. Отрицательные значения указывают на то, что страна является нетто-экспортером зерновых культур (примеч. авт.).

Кроме того, в 2012 г. Иран отключили от SWIFT [1]. Отмечается, что односторонние санкции США (до 2006 г.) не приводили к серьезному падению торговли Ирана, и только когда к ним присоединились страны ЕС и другие государства, согласно резолюции ООН, эффект стал значительным [16].

В 2015 г. Иран пошел на уступки по ограничению ядерной деятельности, с него были сняты экономические и финансовые санкции со стороны СБ ООН, США и ЕС [5]. Однако в 2018 г. США вышли из подписанного договора о ядерной сделке, санкции против Ирана были восстановлены и расширены в 2019 и 2020 гг., охватывая финансовый сектор страны. Несмотря на то, что США не удалось вновь собрать широкую коалицию (ограничения не были поддержаны резолюцией ООН), они создали действенный механизм вторичных санкций: странам приходится выбирать между крупными штрафами со стороны США или деятельностью с Ираном. Это сильно повлияло на добычу нефти в Иране, которая в 2020–2021 гг. упала практически в 2 раза и достигла самого низкого уровня с 1980-х гг. Реальный ВВП в постоянных рыночных ценах сократился более чем на 6%, упав до уровня 2010/2011 г., инфляция превысила 35% [22]. Однако, согласно Всемирному банку, экономика Ирана начала медленно адаптироваться, на что повлияло восстановление спроса на нефть после пандемии. Производство нефти в Иране в 2022 г. выросло на 21% [22], а экспорт нефти достиг самого высокого уровня с 2018 г. Прогнозировалось, что рост реального ВВП в 2023 г. составит 2,7%.

Общее ослабление экономики на фоне санкций, а также последствия пандемии и неблагоприятные погодные явления сказываются и на сельском хозяйстве. Индексы валового производства сельского хозяйства резко сократились в 2007–2008 гг., то есть после введения санкций ООН в декабре 2006 г. Далее начался постепенный рост, но с 2014 г. вновь отмечается снижение, хотя показатели – выше уровня 1990-х гг. (рис. 1).

При внешних ограничениях каналы передачи сельскохозяйственных технологий и средств производства, как правило, от специализированных компаний из более развитых стран, заблокированы или ограничены. В Иране с 2006 по 2011 гг. отмечалось значительное сокращение использования азотных и фосфорных удобрений, которое в последующие годы стабилизировалось, хотя и на достаточно низком уровне (рис. 2). Такая же ситуация отмечалась в отношении пестицидов. Кроме того, Иран сталкивается с дефицитом водных ресурсов, в том числе в сельском хозяйстве (орошается 7,5 млн га пахотных земель), и изменение климата может еще более усугубить этот дефицит [22].

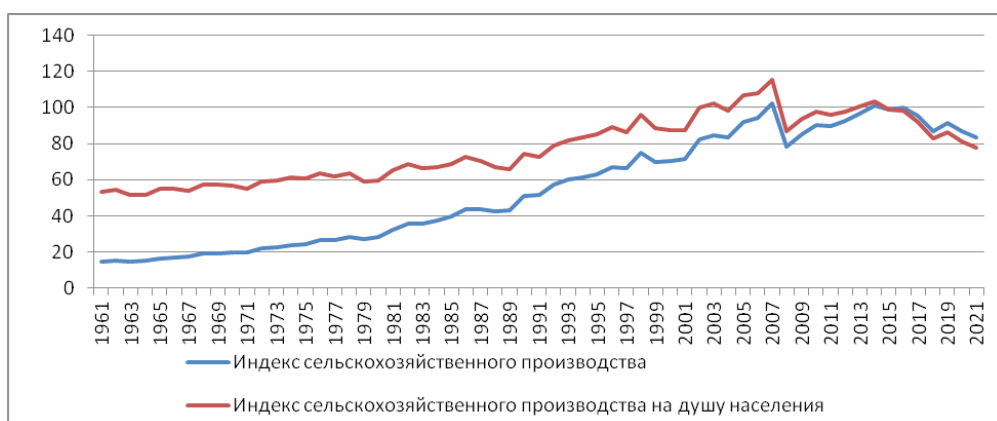


Рис. 1. Индексы валового сельскохозяйственного производства Ирана: 2014–2016 = 100 (составлено по данным ФАО)

Уровень недоедания в стране начал расти после создания устойчивой коалиции против Ирана и введения широких санкций не только США, но и ООН, странами ЕС. Первый пик был достигнут в 2011 г. и составил 7,6%, или 5,8 млн чел. недоедающих. Далее произошла стабилизация, но с 2015 г. вновь отмечался рост, несмотря на снятие большого количества санкций. В среднем за 2020–2022 гг. численность недоедающих в Иране составила 5,3 млн чел., или 6,1% населения. После снятия международных санкций уровень продовольственной небезопасности в стране начал сокращаться с 45% в 2016 г. до 41% в 2018 г. (рис. 3). В последующие несколько лет отмечался незначительный рост в связи с наложением новых санкций со стороны США и влиянием пандемии. В среднем за 2020–2022 гг. по социальным опросам, 40,8% иранцев были в зоне продовольственной небезопасности, то есть выражали беспокойство о том, что не смогут позволить покупку качественных и разнообразных продуктов питания, в том числе 7,4% находились в условиях острой продовольственной небезопасности, то есть голода. Несмотря на это, по глобальному индексу голода Иран имеет низкие значения (6,5) и постоянно улучшает свои позиции в рейтинге, заняв в 2022 г. 29 место из 120 государств мира [17].



Рис. 2. Динамика использования удобрений по видам в Иране, тыс. т (составлено по данным ФАО)



Рис. 3. Распространенность недоедания и отсутствия продовольственной безопасности населения в Иране, 2000–2021 гг. (составлено по данным ФАО)

Возобновленные с 2018 г. санкции США спровоцировали рост продовольственной инфляции. В течение года после возобновления санкций, с мая 2018 г. по май 2019 г., уровень инфляции увеличился более чем на 50% [20]. Самые высокие темпы отмечались в отношении мясных товаров, а также фруктов и овощей. Повышение цен коснулось и других товаров и услуг, что сократило покупательскую способность населения. Рост цен на продовольствие объясняется также ухудшением доступа отечественного сельского хозяйства к ресурсам и усложнением аграрного импорта, который, хотя и не попадает под санкции, страдает от общих ограничений, удорожая закупки, по оценкам, на 40% [24]. Пока иранское сельское хозяйство не может полностью удовлетворить потребности населения в продовольствии.

Таким образом, как свидетельствуют приведенные данные, санкции негативно повлияли на развитие сельского хозяйства Ирана. На рисунках 1, 2 четко прослеживается прерывание восходящего тренда в индексах валового сельскохозяйственного производства, в том числе на душу населения, в объемах использования удобрений после введения санкций ООН в 2006 г. Однако необходимо отметить и адаптацию отрасли к имеющимся условиям: снижение глобального индекса голода, относительную стабилизацию производства.

Сирийская Арабская Республика. Первые ограничения против Сирии были введены США в 1979 г. после признания ими Сирии страной-спонсором терроризма. В 2004 г. санкции включали в себя запрет на экспорт или реэкспорт товаров из США, также были заморожены активы отдельных лиц и государственных структур. По мнению экспертов, эти санкции не были угрозой, так как Сирия имела широкие региональные и международные связи [5].

С 2011 г. США расширили пакет санкций (в том числе запрет на импорт сирийской нефти и нефтепродуктов), а ЕС ввел нефтяное эмбарго, ограничил экспорт товаров двойного назначения, ключевого оборудования и технологий для нефтегазовой отрасли. Ограничения также коснулись финансового и транспортного секторов, финансирования ряда предприятий и инфраструктурных проектов [5].

Таким образом, ключевые меры были направлены против основных статей доходов Сирии. Ограничения ввели и другие страны (Австралия, Канада, Япония, Норвегия, Швейцария, Турция, Великобритания) и Лига арабских государств [23]. Именно европейские санкции были наиболее существенными, поскольку экономические связи с ЕС были более тесными (в 2010 г. около 40% товарного экспорта Сирии приходилось на страны ЕС, большая часть которого составляла сырая нефть, в 2020 г. – лишь 10%). В основном экспорт в ЕС в настоящее время включает в себя отдельные виды сельскохозяйственной продукции и природные фосфаты [12]).

В 2020 г. США ввели вторичные санкции против Сирии, то есть под них попадали уже страны, нарушающие ограничения США в отношении Сирии. Это серьезно повлияло на возможности последней обходить санкции с помощью третьих стран.

Очевидно, что упадок экономики, в том числе сельского хозяйства, а также отсутствие продовольственной безопасности в Сирии связаны не только с санкциями, но и с военными действиями на территории государства. Из данных рисунка 4 видим, что с 2006 г., а особенно с 2011 г., то есть после введения санкций широким кругом стран и на фоне военного конфликта, индексы сельскохозяйственного производства начали стремительно падать вплоть до 2014 г. Далее произошла стабилизация, и с 2018 г. – рост. Но вторичные санкции США и пандемия спровоцировали в 2021 г. вновь снижение.

Согласно отчету ФАО в 2012–2013 гг. отмечалось снижение площадей зерновых по причине высокой стоимости производства, ограниченного доступа ресурсов (рабочей силы, топлива, возможности орошения), повреждений сельскохозяйственной

техники и объектов инфраструктуры (хранилищ, мукомольных предприятий). Была нарушена логистика поставок зерновых: транспортировка подорожала и была крайне небезопасной. Пострадал и животноводческий сектор: «...птицеводство в 2012 г. сократилось более чем на 50% по сравнению с 2011 г., а поголовье овец и крупного рогатого скота снизилось на 35 и 25% соответственно» [15]. Затухание военного конфликта (он приобрел локализованный, очаговый характер) способствовало стабилизации сельскохозяйственного производства. Площади убранных зерновых с 2018 г. начали восстанавливаться и практически достигли довоенного уровня. В 2019 г. валовый сбор зерновых культур достиг пика (6,4 млн т), сравнившись с показателем 2006 г., но урожаи в постпандемийные 2020 и 2021 гг. начали снижаться несмотря на позитивную динамику в площадях (рис. 5).

Основная проблема спада производства в 2020–2021 гг. в Сирии – снижение урожайности зерновых. Согласно ФАО после прекращения основных военных действий именно санкции ответственны за тяжелое положение в сельском хозяйстве, так как «...ведут к недостатку средств защиты растений, топлива, вакцин и других медикаментов для животных, запчастей, комбикормов, удобрений» [15] (рис. 6). Санкции негативно влияют на пополнение бюджета государства и, следовательно, снижают объемы помощи фермерам. Совокупность этих ограничений привела к нехватке продовольствия, скачкам цен на него, и в итоге – к продовольственной небезопасности населения [23].

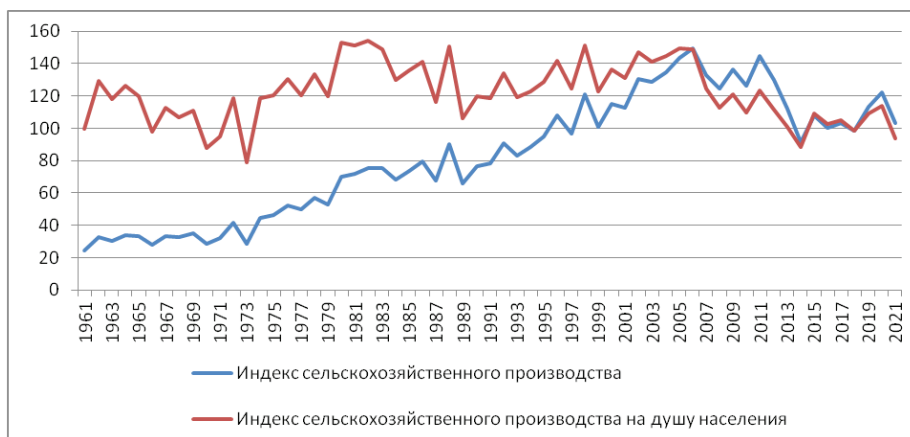


Рис. 4. Индексы сельскохозяйственного производства Сирии (2014–2016 = 100) (составлено по данным ФАО)

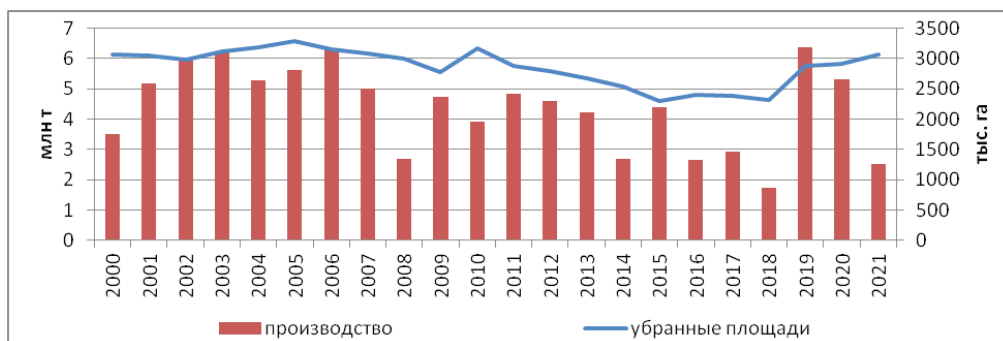


Рис. 5. Динамика убранных площадей и производства зерновых культур в Сирии, 2000–2021 гг. (составлено по данным ФАО)

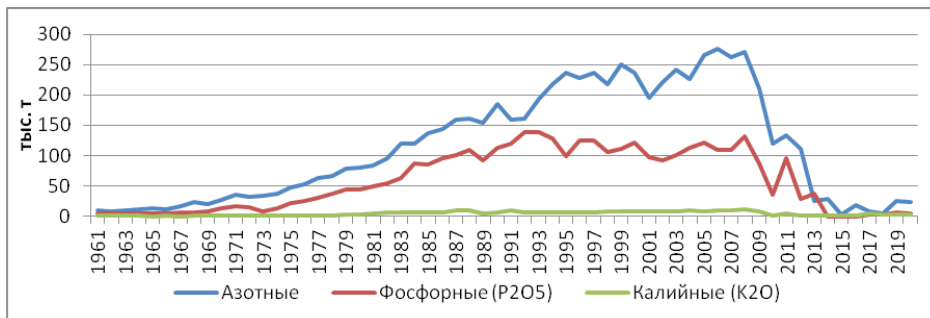


Рис. 6. Динамика использования удобрений по видам в Сирии, тыс. т (составлено по данным ФАО)

Несмотря на то, что импорт продовольствия формально не запрещен, санкции, наложенные на банковский сектор, замороженные активы и нарушение логистики усложняют его. С 2011 г. более 30% зерновых культур в Сирии были импортными, резко возросла стоимость импорта продовольствия по отношению к стоимости общего экспорта товаров, достигнув 80–90%. Общий экономический спад в Сирии усугубляет отсутствие продовольственной безопасности. Экономика уже находилась в упадке ввиду многолетнего конфликта, однако кризис в соседнем Ливане в 2019 г., который произошел одновременно с введением вторичных санкций США, спровоцировал быструю девальвацию национальной валюты [23], что отразилось на потребительской способности населения. В последнее десятилетие в Сирии увеличивается численность недоедающих: с 1,1 млн чел. в 2011 г. до 5,9 млн в 2021 г. (около 1/4 населения). Страна находится в зоне серьезного уровня голода: значение индекса GHI превышает 35 баллов. Отмечаются высокие показатели истощения детей и задержка их роста. Международные ограничения препятствуют работе гуманитарных организаций по всей территории, так как они рискуют попасть под штрафные санкции, если будут сотрудничать с правительственными или государственными структурами [23].

Таким образом, в Сирии после затухания военного конфликта возрождение сельскохозяйственного производства и обеспечение продовольственной безопасности существенно ослабляются санкциями, которые оказывают влияние не на существующий режим (он не сменился), а на население страны и восстановление экономики.

Боливарианская Республика Венесуэла. Если в Сирии проблемы в аграрном секторе и продовольственная небезопасность населения были вызваны не только санкциями, но и военным конфликтом, то в Венесуэле дефицит продуктов и гиперинфляция – во многом результат проводимой внутренней политики строительства «социализма 21 века» и сильной зависимости бюджета от нефтяной отрасли и соответственно ее конъюнктуры.

Санкции США, запрещающие экспорт военных и промышленных товаров, были введены еще при президенте Чавесе в ответ на национализацию филиалов западных нефтедобывающих компаний (2007 г.) Однако они смягчились высокими ценами на нефть [4]. Введенные в декабре 2014 г. и последующие санкции против действующего ныне правительства Мадуры совпали с периодом резкого падения цен на нефть в 2014–2016 гг. Санкции включали в себя визовые ограничения и заморозку активов тех физических и юридических лиц, которые, по мнению Конгресса США, нарушают права человека в Венесуэле. В 2017–2018 гг. были наложены финансовые ограничения на операции правительства Венесуэлы, а также компаний, в которых доля правительства превышает 50%. Под санкциями оказалась крупнейшая нефтедобывающая компания *Petroleos de Venezuela* (что равносильно запрету на экспорт нефти), а также золотопромышленный комплекс страны [5]. Были приняты меры против национальной

криптовалюты, используемой в Венесуэле для обхода санкций, а также введены вторичные санкции, которые влияют на деятельность зарубежных транспортных компаний. В результате пострадал и разрешенный импорт продовольствия, лекарств, ресурсов для сельского хозяйства. По состоянию на февраль 2023 г. против Венесуэлы была введена и действует 651 санкция [34]. С учетом важности энергетического сектора и огромной роли государства в экономике наложенные санкции «близки к всеобъемлющим» [5].

В сочетании с жестким контролем цен, курса валют и национализации предприятий санкции привели к острому кризису, в том числе продовольственному. Состояние продовольственной безопасности населения было наихудшим в 2018–2019 гг. С 2014 г. в стране произошел двукратный рост численности населения, страдающего от недоедания, достигнув 6,8 млн чел. (около 22% населения), также увеличилась импортозависимость от продовольствия. Экономическая доступность является решающим фактором продовольственной безопасности. В июле 2022 г. среднемесячный доход в Венесуэле составлял 118,4 долл. США, что покрывало лишь 25,7% стоимости базовой продовольственной корзины. Однако эксперты прогнозировали на 2023 г. улучшение ситуации [10].

После наложения санкций в период с 2014 по 2018 гг. зависимость от импорта зерновых начала увеличиваться, составив в 2016 г. 66%. Стоимость продовольственного импорта по сравнению с общим экспортом также начала расти и достигла значений в 15%. Гиперинфляция, сложности с финансированием со стороны государства и заниженные регулируемые цены на продукцию продолжали ослаблять сельское хозяйство. Основные проблемы в сельском хозяйстве заключались в недостатке ресурсов производства: посевного материала, запчастей, удобрений. С 2014 до 2018 гг. отмечалось резкое падение использования удобрений (рис. 7).

Из рисунка 8 следует, что индексы валового сельскохозяйственного производства начали устойчивое падение с 2012 г. «Дно» было достигнуто в 2018 г., то есть после введения наиболее всеобъемлющих санкций, затем начался небольшой рост: экономика в целом и сельское хозяйство начали адаптироваться. Согласно отчету Министерства сельского хозяйства США (USDA) в последние годы в Венесуэле улучшается снабжение семенами и удобрениями, а основные трудности фермеров связаны с дефицитом финансовых ресурсов и дорогой техникой [19]. Смягчение жесткого ценового регулирования (правительство отказалось от ценового и валютного контроля [4]) положительно повлияло на отрасль. Кроме того, такие страны, как Индия и Китай, покупают нефть из Венесуэлы даже несмотря на вторичные санкции. «Роснефть» инвестировала в разработку новых месторождений через свою дочернюю структуру до введения против нее вторичных санкций. Эксперты прогнозируют рост ВВП в пределах 3–5% на ближайшую перспективу [4].

Таким образом, санкции, направленные на нефтяной сектор, лишили страну значительной части доходов и сыграли роль в кризисной ситуации, включая продовольственную небезопасность, наряду с политикой правительства по жесткому регулированию. Однако цель смены режима не достигнута, экономика страны начала постепенно адаптироваться, хотя сельскохозяйственное производство находится на низком уровне.

Республика Куба. С 1961 г. США был введен режим полного эмбарго (кроме продовольствия и медикаментов) в ответ на экспроприацию Кубой собственности граждан и компаний США. Санкции США распространялись и на третьи страны, если они оказывали экономическую помощь Кубе или продавали ей оружие. Впоследствии санкции США ужесточались. Широкой коалиции США добиться не удалось. Генассамблея ООН последовательно принимала резолюции (1992–2013 гг.), осуждающие наложенное США эмбарго. Однако по оценке кубинского Национального института экономических исследований, за 1962–2017 гг. ущерб от эмбарго составил 130 млрд долл. США [6].

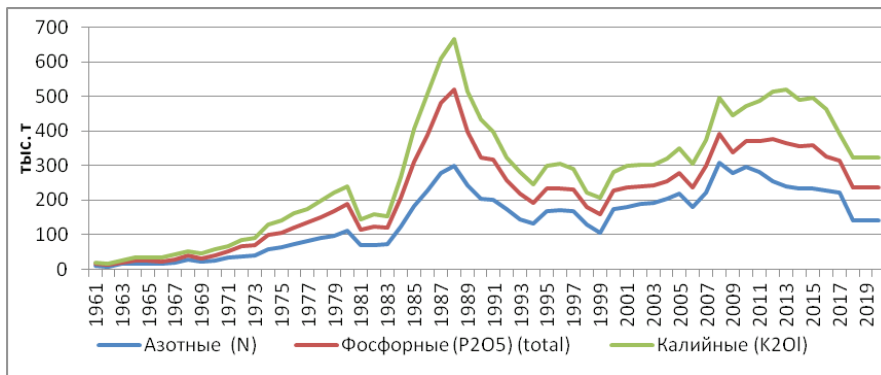


Рис. 7. Динамика использования удобрений по видам в Венесуэле, тыс. т (составлено по данным ФАО)

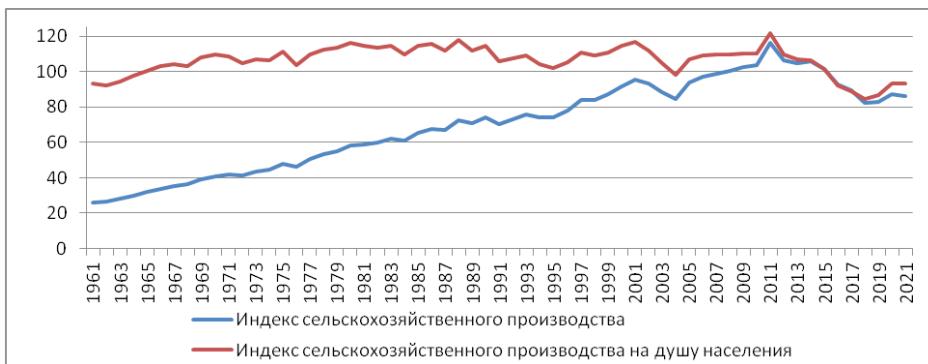


Рис. 8. Индексы валового сельскохозяйственного производства Венесуэлы: 2014–2016 = 100 (составлено по данным ФАО)

Наибольшим негативным эффектом в отношении экономики и сельского хозяйства Кубы стало прекращение экономической помощи СССР после его распада в 1991 г. (рис. 9). Экономическое положение Кубы резко ухудшилось: ВВП сократился на 1/3, экспорт сельскохозяйственной продукции за 1990-е гг. упал более чем в 6 раз [18]. С 1999 г. началось смягчение позиции США в отношении аграрного экспорта на Кубу. В 2000 г. был законодательно снят запрет на прямой экспорт сельскохозяйственной продукции, однако он был возможен на условиях или предварительной предоплаты, или финансирования посредниками из третьих стран. В результате с 2001 по 2012 гг. объем аграрного экспорта из США на Кубу значительно вырос [18].

Правительство Кубы также предприняло шаги по либерализации экономики. В 2010 г. было увеличено число разрешенных видов предпринимательской деятельности, в 2016 г. объявлено о легализации частных предприятий малого и среднего бизнеса [3].

Пандемия сильно отразилась на экономике страны, вызвав сокращение туристического потока [25], повлияв и на сельское хозяйство Кубы. Индексы валового сельскохозяйственного производства в 2020–2021 гг. находились на историческом минимуме. Куба остается сильно зависимой от импорта продовольствия (около 70% зерновых запасов пополняется поставками из-за рубежа), причем стоимость импорта продовольствия по отношению к общему экспорту страны составляет около 70–80%. Главными причинами такого положения в сельском хозяйстве являются отсутствие стимулов к развитию отечественного сельского хозяйства (гарантированный сбыт,

но по низким ценам) и возможность приобретать более качественное импортное продовольствие за счет доходов от туризма. Среди других причин отмечаются низкий уровень передачи необрабатываемых государственных земель частным производителям, низкая доступность ресурсов (удобрений, техники), сверхцентрализация и излишняя зарегулированность экономики, жесткость устанавливаемых цен на сельскохозяйственную продукцию [18]. В то же время проблема голода на Кубе отсутствует. Согласно докладу ФАО доля недоедающего населения не превышает 2,5% населения. Таким же уровень был и в 2004–2006 гг. [32].

Таким образом, в случае с Кубой, как и с другими подсанкционными странами, можно констатировать, что санкции не привели к изменению политического режима, но замедлили развитие экономики включая сельскохозяйственный сектор. Действие санкций усугубилось внутренней политикой, ограничивающей частную инициативу.

Корейская Народно-Демократическая Республика. КНДР придерживается плановой экономики, в стране ограничены частное производство и торговля сельскохозяйственных товаров (зерновых). Продовольственное обеспечение основано на жесткой распределительной системе (PDS) [30]. С образования государства в 1948 г. был взят курс на самообеспечение продовольствием через индустриализацию сельского хозяйства – «механизацию, электрификацию, ирригацию и химизацию» [30]. В отдельные годы это позволяло получать хорошие урожаи, но ставило КНДР в зависимость от субсидированного импорта нефтепродуктов из СССР, которые использовались для производства удобрений, и других ресурсов, необходимых для индустриального сельского хозяйства.

Распад СССР и необходимость покупки нефти по рыночным ценам повергли экономику КНДР в состояние шока. В 1991 г. импорт из СССР снизился на 40%, последовал дефицит продуктов. В 1990-е гг. страна столкнулась с масштабным голодом (по оценкам, погибли от 600 тыс. до 1 млн чел.) [28]. Кроме прекращения помощи от СССР, среди причин голода 1990–1998 гг. эксперты называют значительное снижение субсидий от КНР, опустошительные наводнения 1995 г. и неэффективную плановую экономику самодостаточности [28, 30]. В 2002 г. контроль над ценами на сельскохозяйственные товары в КНДР был немного «отпущен», коллективные хозяйства сменили семейные, также фермерам разрешена была частная торговля на государственных рынках (semi-private markets). В настоящее время, несмотря на это, сохраняется большая степень государственного участия в экономике, страна остается самоизолированной от внешнего мира, испытывая хронический недостаток продовольствия.

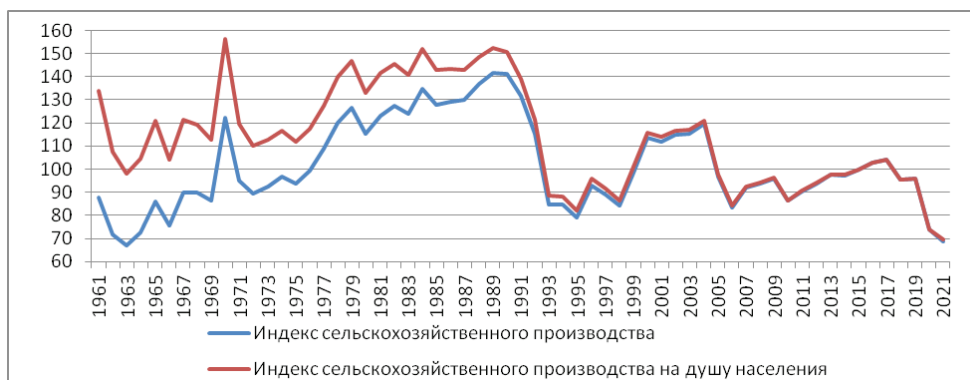


Рис. 9. Индексы валового сельскохозяйственного производства Кубы: 2014–2016 = 100 (составлено по данным ФАО)

Первые санкции были наложены ООН в 2006 г. из-за ядерных испытаний КНДР и усилены в 2009 и 2016 гг. Они включали в себя ограничения банковского сектора, иностранных активов, запрет или ограничение на торговлю определенными товарами. В частности, был запрещен импорт угля, значимого экспортного товара КНДР [28]. В 2006 г. Япония, а в 2016 г. – Республика Корея, полностью прекратили торговлю с КНДР. После расширения списка подсанкционных товаров в 2016 г. экспорт из КНДР упал на 60% [33]. Северная Корея смягчает санкционное давление теневым снабжением продовольствием и ресурсами, расширением импорта из Китая [28]. Пандемия негативно повлияла на торговлю с КНР, являющейся основным партнером КНДР, и соответственно это отразилось на экономике КНДР. Торговые ограничения повлияли и на то, что стоимость продовольственного импорта составляет более 50% экспортных поступлений в страну. В 2022 г. КНР и Россия заблокировали резолюцию ООН по дальнейшему ужесточению санкций против КНДР [28].

Сельское хозяйство, динамично развивавшееся до 1991 г. во многом благодаря сотрудничеству с СССР, в 1990-е гг. пережило, как было отмечено, глубокий кризис (рис. 10). С начала 2000-х гг. началось постепенное восстановление. Санкции 2006 и 2016 гг. отразились спадом индексов валового сельскохозяйственного производства в последующий год (2007 и 2017–2018 гг.), но не столь драматичным, как в 1990-е гг. Пандемия, наложившаяся на период санкций, также внесла свой вклад, замедлив адаптацию сектора. Локдаун в КНДР совпал с периодом, когда трудовые ресурсы мобилизуются на уборку урожая зимних культур и посадки риса [28].

Сельское хозяйство КНДР остается под сильным государственным регулированием (фермеры не могут сами выбирать набор выращиваемых культур, свободно торговать удобрениями и сельскохозяйственным оборудованием), проводится политика отхода от использования минеральных удобрений (рис. 11) в противовес прежнему курсу на химизацию. Все это влияет на рост доли недоедающего населения в КНДР, которая в 2004–2006 гг. составляла 33,8%, а в 2019–2021 гг. достигла 41,6% (10,7 млн чел.). По индексу голода в 2022 г. страна заняла 97 место из 121 и имеет показатель 24,9, что означает серьезный уровень голода.

Таким образом, в КНДР, как и в других ранее рассмотренных странах, санкции негативно влияют как на развитие экономики, так и на ее сельскохозяйственный сектор, однако постоянного спада не происходит. В случае с КНДР большее влияние имеют экономическая политика страны, курс на самоизоляцию и самообеспечение при жестком государственном регулировании.

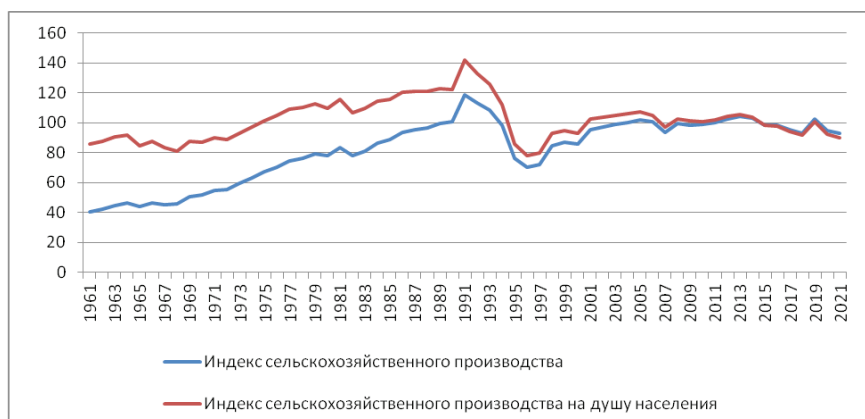


Рис. 10. Индексы валового сельскохозяйственного производства КНДР: 2014–2016 = 100 (составлено по данным ФАО)

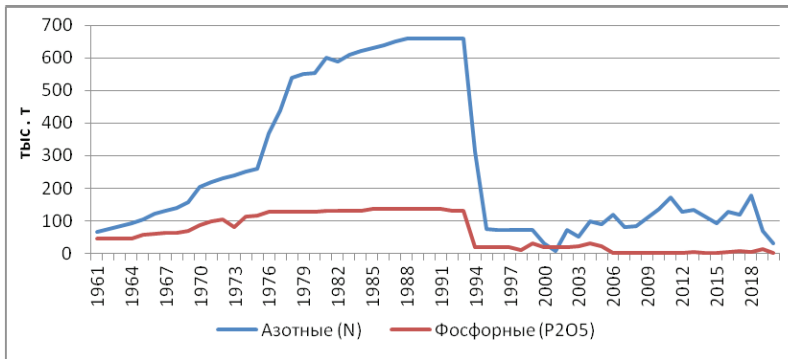


Рис. 11. Динамика использования удобрений в сельском хозяйстве по видам в КНДР, тыс. т (составлено по данным ФАО)

Страны-инициаторы санкций. Санкции имеют оказывают негативный эффект и на их инициаторов. Это выражается прежде всего в потере рынков подсанкционных стран для американских и иных, поддерживающих санкции стран. Режимы, против которых санкции вводятся, как правило, остаются у власти, а экономика стран постепенно адаптируется и переключается на торговлю с другими государствами, которые усиливают свое влияние. Подсанкционных стран становится все больше, и им уже не страшны вторичные санкции при обоюдной торговле (как, например, в случае с Ираном и Россией). В результате США вынуждены смягчать свои же санкции (Куба, Мьянма).

Американские аналитики вынуждены отмечать, что далеко не все позиции на рынках удастся восстановить: например, рынок поставок риса на Кубу занял Вьетнам. Кроме того, отмечаются упущенные выгоды от возможного сотрудничества с Кубой, которая могла бы стать центром развитого туризма, при этом приобретая высококачественные продовольственные товары из США [18]. Несмотря на санкции, USDA продолжает отслеживать ситуацию на рынке Венесуэлы, анализируя возможности для продвижения американских сельскохозяйственных товаров в эту страну.

Тяжелое экономическое положение, внутренняя нестабильность подсанкционных стран способствуют массовой иммиграции населения в соседние или более развитые государства мира. В пример можно привести миграционный кризис 2015–2016 гг. в Европейском союзе: число прибывших беженцев превысило 1,3 млн чел. Около половины беженцев происходили всего из трех стран (Сирии, Афганистана и Ирака), затронутых военными конфликтами. Все они стремились попасть в наиболее развитые страны, в первую очередь в Германию, через транзитные страны Южной и Восточной Европы. Большой наплыв беженцев вызвал гуманитарный кризис на границах, а также серьезную экономическую и социальную напряженность как на уровне государств ЕС (солидарная ответственность и распределение квот по принятию мигрантов), так и внутри стран (рост бюджетных расходов для помощи беженцам, культурные и религиозные конфликты) [2]. Тяжелые экономические и гуманитарные условия в Венесуэле также спровоцировали крупнейший миграционный кризис в истории Латинской Америки. Согласно оценкам, по состоянию на август 2022 г. страну покинули около 7 млн чел. Большинство мигрантов «бежали» в другие страны Латинской Америки (Колумбия, Чили, Эквадор и Перу приняли наибольшее число венесуэльцев), а некоторые мигрировали в страны других регионов, главным образом в США и Испанию. С началом пандемии миграционные потоки замедлились, поскольку страны закрыли свои границы. Однако они возобновились в 2021–2022 гг. [13].

Выводы

Экономические санкции наносят серьезный удар по экономике подсанкционных стран, в частности, по сельскому хозяйству, ухудшая продовольственную безопасность населения, но ни в одном из представленных случаев они не привели к смене режимов государств. В мировой практике основным инициатором санкций выступают США. Воздействие санкций усиливается в случае введения вторичных санкций и создания широкой коалиции, то есть в случае, когда санкционное давление оказывается множеством стран и поддерживается международными организациями (например, ООН). В результате пути обхода санкций через третьи государства осложнены. Кроме того, важны отраслевой состав и набор санкций. Так, одновременное применение финансовых и торговых санкций оказывает более выраженное неблагоприятное воздействие на экономику, в том числе на сельское хозяйство, а также на население подсанкционных стран, по сравнению с их применением по отдельности или в сравнении с санкциями, связанными с ограничением передвижения.

Таким образом, несмотря на то, что санкции, безусловно, затормаживают развитие экономики и сельского хозяйства подсанкционных стран, особенно в части доступа к ресурсам, постоянного спада не происходит, если не накладываются другие негативные факторы, и экономика, достигнув определенного уровня, начинает адаптироваться. Наиболее длительные и катастрофические последствия отмечаются только при сочетании внешних санкций с внутренними факторами (например, военными конфликтами, плановой жесткой экономикой, самоизоляцией, стихийными бедствиями, пандемией и т.д.). Вместе с внутренней нестабильностью санкции значительно повышают составной индекс глобального голода, увеличивая уровень недоедания населения, а также отрицательно сказываются на доступности и стабильности продовольственного обеспечения, повышая импортозависимость и цены на продовольствие. Для всех рассмотренных стран совокупность ограничений и запретов привела к снижению доступа к ресурсам, производительности сельского хозяйства, что повлияло на сокращение сельскохозяйственного производства. В связи с этим для России в настоящее время важно сохранить доступ к производственным ресурсам, открытость рынка для смягчения ограничений от санкций. По опыту зарубежных стран видим, что не следует вводить жесткое регулирование государства на аграрном рынке, снижая стимулы для развития бизнеса, который влияет на сельскохозяйственное производство, возможности экспорта, обеспечение продовольственной безопасности, мест занятости и уровня доходов населения.

Библиографический список

1. Егупец А. 40 лет санкций: как Иран переживает экономическую блокаду Запада // Коммерсантъ. – 29.03.2022. – 19 марта. – URL: <https://www.kommersant.ru/doc/5269023?from=glavnoe3> (дата обращения: 01.12.2023).
2. ЕС перед вызовом миграционного кризиса. Позиции европейских стран / Под ред. Н.К. Арбатовой, А.М. Кокеева. – М.: ИМЭМО РАН, 2016. – 52 с.
3. Куба начала реформу // Buena Latina. – 2010. – 26 октября. – URL: <http://www.buenolatina.ru/news.php?id=530> (дата обращения: 01.12.2023).
4. Нефтяное проклятие. США лишили Венесуэлу доходов от крупнейших запасов нефти в мире. Как страна выживает под санкциями? // Lenta.ru. – 2022. – 24 июня. – URL: <https://lenta.ru/articles/2022/06/24/venezuela/> (дата обращения: 01.12.2023).

5. Политика санкций: цели, стратегии, инструменты: Хрестоматия. – Изд. 2-е, перераб. и доп.; Сост. И.Н. Тимофеев, В.А. Морозов, Ю.С. Тимофеева / Российский совет по международным делам (РСМД). – М.: НП РСМД, 2020. – 452 с.
6. Торгово-экономическое эмбарго со стороны США нанесло Кубе ущерб в \$130 млрд // ТААС. – 2017. – 6 октября. – URL: <https://tass.ru/ekonomika/4622420> (дата обращения: 01.12.2023).
7. Addressing food security challenges faced by Near East and North Africa region due to the Ukraine Crisis. – FAO: Cairo, 2022. – 40 p.
8. Afesorghor S.K. The impact of economic sanctions on international trade: how do threatened sanctions compared with imposed sanctions // *European Journal of Political Economy*. – 2019. – № 56. – Pp. 11–26.
9. Afesorghor S.K., Mahadevan R. The impact of economic sanctions on income inequality of target states // *World Development*. – 2016. – № 83. – Pp. 1–11.
10. An analysis of the food security situation in Venezuela // USDA. – 2022. – 3 октября. – URL: https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/Report/DownloadReportByFileName?fileName=An%20Analysis%20of%20the%20Food%20Security%20Situation%20in%20Venezuela_Caracas_Venezuela_VE2022-0026.pdf (дата обращения: 01.12.2023).
11. Anderson K. *Agricultural trade, policy reforms, and global food security*. Palgrave Macmillan New York, 2016. – 270 p.
12. Atlas of complexity // The president and fellows of Harvard College. – URL: <https://atlas.cid.harvard.edu/explore?country=96&queryLevel=location&product=undefined&year=2020&productClass=HS&target=Product&partner=undefined&startYear=undefined> (дата обращения: 01.12.2023).
13. Boukherouaa B., Shabsigh G., AlAjmi K., Deodoro J., Farias A. et al. Powering the digital economy: opportunities and risks of artificial intelligence in finance // *International Monetary Fund, Departmental Papers*. – 2021. – 34 p.
14. Dithmer J., Abdulai A. Does trade openness contribute to food security? A dynamic panel analysis // *Food Policy*. – 2017. – № 69. – Pp. 218–230.
15. Fao/Wfp crop and food security assessment mission to the Syrian Arab Republic // FAO. – 2013. – 5 июля. – URL: <https://www.fao.org/3/aq113e/aq113e.pdf> (дата обращения: 01.12.2023).
16. Farahmand Z., Zeraatkish S. The effect of economic sanctions on the volume of trade in the agriculture sector of Iran and business partners in the European Union // *Economic Journal of Emerging Markets*. – 2019. – № 11 (1). – Pp. 97–103.
17. Global Hunger Index Scores by 2022 GHI Rank. – URL: <https://www.global-hungerindex.org/ranking.html> (дата обращения: 01.12.2023).
18. González-Corzo M.A., Nova González A. U.S. Agricultural exports to Cuba: composition, trends, and prospects for the future // *Choices*. – 2013. – Vol. 28, № 4. – Pp. 1–6.
19. Grain and feed annual report. April 2023 // USDA. – 2023. – 5 апреля. – URL: https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/Report/DownloadReportByFileName?fileName=Grain%20and%20Feed%20Annual_Dubai_United%20Arab%20Emirates_TC2023-0003.pdf (дата обращения: 01.12.2023).
20. Hejazi J., Etmagholidpour S. The effects of the re-imposition of US sanctions on food security in Iran // *Int J Health Policy Manag*. – 2022. – № 11 (5). – Pp. 651–657.
21. Hufbauer G.C., Schott J.J., Elliott K.A., Oegg B. 2007. *Economic sanctions reconsidered* (3rd ed.). Washington, DC: Peterson Institute for International Economics, 2009. – 248 p.
22. Iran's economic update // The World Bank. – 2022. – URL: <https://thedocs.worldbank.org/en/doc/810065c29954527b3ae9f2b2586188bb-0280012022/original/mpro-sm22-iran-irn-kcm3.pdf> (дата обращения: 01.12.2023).

23. *Kanfash M.* Sanctions and food insecurity in Syria // The World Peace Foundation. – 2022. – 6 июля. – URL: <https://sites.tufts.edu/reinventingpeace/2022/07/06/sanctions-and-food-insecurity-in-syria/> (дата обращения: 01.12.2023).

24. *Khaledi K., Ardestani M.* The impact of sanctions on economic growth of Iran's agricultural sector // *Agricultural Economics and Development*. – 2022. – Vol. 29, Iss. 4. – Pp. 251–284.

25. *Mulder N.* The impact of the COVID-19 pandemic on the tourism sector in Latin America and the Caribbean, and options for a sustainable and resilient recovery // *International Trade series*. Santiago, Economic Commission for Latin America and the Caribbean (ECLAC). – 2020. – № 157. – 46 p.

26. *Neuenkirch M., Neumeier F.* The impact of UN and US economic sanctions on GDP growth // *European Journal of Political Economy*. – 2015. – № 40. – Pp. 110–125.

27. *Neuenkirch M., Neumeier F.* The impact of US sanctions on poverty // *Journal of Development Economics*. – 2016. – № 121. – Pp. 110–119.

28. *Noland M.* North Korean food insecurity: is famine on the horizon? // *Analysis from the East-West Center*. – 2022. – 154. – 8 p. – URL: <https://www.eastwestcenter.org/sites/default/files/private/api154noland.pdf> (дата обращения: 01.12.2023).

29. *Pond A.* Economic sanctions and demand for protection // *Journal of Conflict Resolution*. – 2017. – № 61 (5). – Pp. 1073–1094.

30. *Silberstein B.K.* Let them eat potatoes: communism, famine and the case of North Korea // *North Korean Review*. – 2021. – Vol. 172. – Pp. 34–55.

31. The state of food security and nutrition in the world 2017. Building resilience for peace and food security. – Rome, FAO. – 2017. – 132 p.

32. The state of food security and nutrition in the World 2022. Repurposing food and agricultural policies to make healthy diets more affordable. – Rome, FAO. – 2022. – 260 p.

33. *Walterskirchen J., Mangott G., Wend C.* Sanction dynamics in the cases of North Korea, Iran, and Russia. Objectives, measures and effect. – Springer Cham, 2022. – 80 p.

34. *Zandt F.* The world's most-sanctioned countries // *Statista*. – 2023. – 22 февраля. – URL: <https://www.statista.com/chart/27015/number-of-currently-active-sanctions-by-target-country/> (дата обращения: 01.12.2023).

AGRICULTURAL DEVELOPMENT IN SELECTED COUNTRIES UNDER SANCTIONS

E.A. GATAULINA, A.A. POTAPOVA

(Centre for Agri-Food Policy, Russian Presidential Academy
of National Economy and Public Administration)

The world is increasingly using sanctions to achieve the economic and political goals of their initiators. They tend to target key sectors of the economy, including trade and finance. Sanctions are also applied to individuals and companies. At the same time, agriculture and food security are formally exempted from restrictions on humanitarian grounds, but are still negatively affected because they are an integral part of the economy. In many countries, the effects of sanctions are compounded by other factors of internal instability, such as military conflicts, natural disasters, and mismanagement. This article analyzes the dynamics of agricultural production, the use of production inputs and some indicators of food security in five countries under sanctions pressure (Iran, Syria, Venezuela, Cuba, and the Democratic People's Republic of Korea). The aim is to analyze the development of the agricultural sector in these countries under sanctions. It is found that

sanctions are a severe blow to the economy, including agriculture, but do not affect regime change, which is the ultimate goal of their initiators. The impact of sanctions is amplified in the case of secondary sanctions and the creation of a broad coalition. Moreover, the simultaneous application of financial and trade sanctions has a more pronounced negative effect. In addition to internal instability, sanctions significantly raise the composite Global Hunger Index, increasing the level of undernourishment in a country and negatively affecting the availability and stability of food supplies, while also increasing import dependence and food prices. In all the countries analyzed, the combination of constraints has led to a decline in agricultural productivity and access to resources, which has reduced agricultural production. At the same time, the industry is demonstrating its ability to adapt to prevailing conditions.

Keywords: sanctions, agriculture, lack of production resources, food security, hunger index, military conflicts, strict government regulation.

References

1. Egupets A. Forty years of sanctions: how Iran survives the economic blockade of the West. *Kommersant*. (In Russ.) URL: https://www.kommersant.ru/doc/5269023?from=glavnoe_3
2. *The EU faces the challenge of the migration crisis. Positions of European countries*. Ad. by N.K. Arbatova, A.M. Kokeev. Moscow, Russia: IMEMO RAN, 2016:52. (In Russ.)
3. Cuba has begun a reform. *Buena Latina*. (In Russ.) URL: <http://www.buenolatina.ru/news.php?id=530>
4. Oil Curse. The United States has deprived Venezuela of income from the largest oil reserves in the world. How does a country survive under sanctions? *Lenta.ru*. (In Russ.) URL: <https://lenta.ru/articles/2022/06/24/venezuela/>
5. Timofeev I.N., Morozov V.A., Timofeeva Yu.S. *Sanctions policy: goals, strategies, tools: a textbook*. 2d ed., rev. and exp. Rossiyskiy sovet po mezhdunarodnym delam (RSMD). Moscow, Russia: NP RSMD, 2020:452. (In Russ.)
6. USA trade and economic embargo caused Cuba \$130 billion in damage. *TAAC*. (In Russ.) URL: <https://tass.ru/ekonomika/4622420>
7. *Addressing food security challenges faced by Near East and North Africa region due to the Ukraine Crisis*. FAO. Cairo, 2022:40.
8. Afesorghor S.K. The impact of economic sanctions on international trade: how do threatened sanctions compared with imposed sanctions. *European Journal of Political Economy*. 2019;56:11–26.
9. Afesorghor S.K., Mahadevan R. The impact of economic sanctions on income inequality of target states. *World Development*. 2016;83:1–11.
10. An analysis of the food security situation in Venezuela. *USDA*. URL: https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/Report/DownloadReportByFileName?fileName=An%20Analysis%20of%20the%20Food%20Security%20Situation%20in%20Venezuela_Caracas_Venezuela_VE2022-0026.pdf
11. Anderson K. *Agricultural Trade, Policy Reforms, and Global Food Security*. Palgrave Macmillan New York, 2016:270.
12. *Atlas of Complexity*. The president and fellows of Harvard College URL: <https://atlas.cid.harvard.edu/explore?country=96&queryLevel=location&product=undefined&year=2020&productClass=HS&target=Product&partner=undefined&startYear=undefined>
13. Boukherouaa B., Shabsigh G., AlAjmi K., Deodoro J., Farias A. et al. Powering the digital economy: opportunities and risks of artificial intelligence in finance. *International Monetary Fund, Departmental Papers*. 2021:34.

14. Dithmer J., Abdulai A. Does trade openness contribute to food security? A dynamic panel analysis. *Food Policy*. 2017;69:218–230.
15. FAO/WFP crop and food security assessment mission to the Syrian Arab Republic. *FAO*. URL: <https://www.fao.org/3/aq113e/aq113e.pdf>
16. Farahmand Z., Zeraatkish S. The effect of economic sanctions on the volume of trade in the agriculture sector of Iran and business partners in the European Union. *Economic Journal of Emerging Markets*. 2019;11(1):97–103.
17. Global Hunger Index Scores by 2022 GHI Rank. URL: <https://www.globalhungerindex.org/ranking.html>
18. González-Corzo M.A., Nova González, A.U.S. Agricultural exports to Cuba: composition, trends, and prospects for the future. *Choices*. 2013;28(4):1–6.
19. Grain and feed annual report. April 2023. *USDA*. URL: https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/Report/DownloadReportByFileName?fileName=Grain%20and%20Feed%20Annual_Dubai_United%20Arab%20Emirates_TC2023-0003.pdf
20. Hejazi J, Emamgholipour S. The effects of the re-imposition of US sanctions on food security in Iran. *Int J Health Policy Manag*. 2022;11(5):651–657.
21. Hufbauer G.C., Schott J.J., Elliott K.A., Oegg B. 2007. *Economic Sanctions Reconsidered* (3rd ed.). Washington, DC: Peterson Institute for International Economics, 2009:248.
22. Iran's economic update. *The World Bank*, 2022. URL: <https://thedocs.worldbank.org/en/doc/810065c29954527b3ae9f2b2586188bb-0280012022/original/mpo-sm22-iran-irm-kcm3.pdf>
23. Kanfash M. Sanctions and food insecurity in Syria. *The World Peace Foundation*. URL: <https://sites.tufts.edu/reinventingpeace/2022/07/06/sanctions-and-food-insecurity-in-syria/>
24. Khaledi K., Ardestani M. The impact of sanctions on economic growth of Iran's agricultural sector. *Agricultural Economics and Development*. 2022;29(4):251–284.
25. Mulder N. The impact of the COVID-19 pandemic on the tourism sector in Latin America and the Caribbean, and options for a sustainable and resilient recovery. *International Trade Series*. 2020;157:46.
26. Neuenkirch M., Neumeier F. The impact of UN and US economic sanctions on GDP growth. *European Journal of Political Economy*. 2015;40:110–125.
27. Neuenkirch M., Neumeier F. The impact of US sanctions on poverty. *Journal of Development Economics*. 2016;121:110–119.
28. Noland M. North Korean food insecurity: is famine on the horizon? *Analysis from the East-West Center*. 2022;154:8. URL: <https://www.eastwestcenter.org/sites/default/files/private/api154noland.pdf>
29. Pond A. Economic sanctions and demand for protection. *Journal of Conflict Resolution*. 2017;61(5):1073–1094.
30. Silberstein B.K. Let them eat potatoes: communism, famine and the case of North Korea. *North Korean Review*. 2021;17(2):34–55.
31. *The State of Food Security and Nutrition in the World 2017. Building Resilience for Peace and Food Security*. Rome, FAO, 2017:132.
32. *The State of Food Security and Nutrition in the World 2022. Repurposing Food and Agricultural Policies to Make Healthy Diets More Affordable*. Rome, FAO, 2022:260.
33. Walterskirchen J., Mangott G., Wend C. Sanction dynamics in the cases of North Korea, Iran, and Russia. *Objectives, Measures and Effect*. Springer Cham, 2022:80.
34. Zandt F. The world's most-sanctioned countries. *Statista*. URL: <https://www.statista.com/chart/27015/number-of-currently-active-sanctions-by-target-country/>

Сведения об авторах

Гатаулина Екатерина Александровна, в.н.с., канд. экон. наук, Центр агропродовольственной политики РАНХиГС; 119571, Российская Федерация, г. Москва, пр-т Вернадского, 84, стр. 1; e-mail: gataulina@ranepa.ru; тел.: (499) 956-95-51

Потапова Александра Андреевна, н.с., Центр агропродовольственной политики РАНХиГС; 119571, Российская Федерация, г. Москва, пр-т Вернадского, 84, стр. 1; e-mail: potapova-aa@ranepa.ru; тел.: (499) 956-95-51

About the authors

Ekaterina A. Gataulina, Leading Research Associate, CSc (Econ), Centre for Agri-Food Policy, Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration (RANEPА) (84 Vernadskiy Ave., Bldg 1, Moscow, 119571, Russian Federation; phone: (499) 956-95-51; e-mail: gataulina@ranepa.ru)

Aleksandra A. Potapova, Research Associate, Centre for Agri-Food Policy, Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration (RANEPА) (84 Vernadskiy Ave., Bldg 1, Moscow, 119571, Russian Federation; phone: (499) 956-95-51; e-mail: potapova-aa@ranepa.ru)

СОДЕРЖАНИЕ

УЧЕНЫЕ ТИМИРЯЗЕВКИ

- Пыльнев В.В., Берёзкин А.Н., Вертикова Е.А., Рубец В.С.* Кафедра генетики, селекции и семеноводства – 100 лет 5

ЗЕМЛЕДЕЛИЕ, РАСТЕНИЕВОДСТВО, ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ

- Зубик И.Н., Орлова Е.Е., Козлова Е.А., Сунгурова Н.Р., Чудецкий А.И., Кузнецова И.Б.* Фенологические особенности сортов роз при выращивании в условиях защищенного грунта..... 17
- Назарова Н.М.* Теоретическое и практическое обоснование выбора подвоя при вегетативной репродукции интродуцентов рода *Syringa* L. (Oleaceae) в условиях Оренбургской области..... 30
- Тараканов Р.И., Игнатъева И.М., Белошапкина О.О., Чебаненко С.И., Каратаева О.Г., Джалилов Ф.С.* Выявление возбудителя бактериального ожога сои *Pseudomonas savastanoi* pv. *Glycinea* в семенах методом ПЦР..... 41
- Тер-Петросянц Г.Э., Акимова С.В., Раджабов А.К., Соловьев А.В., Марченко Л.А.* Влияние технологии производства маточных растений винограда на их способность к вегетативному размножению..... 53
- Филипенко Н.Н., Кравченко Р.В., Лучинский С.И.* Эффективность новых гербицидов на посевах кукурузы в условиях Западного Предкавказья..... 68
- Храмой В.К., Сихарулидзе Т.Д., Рахимова О.В.* Белковая продуктивность раннеспелых сортов сои в условиях Калужской области 79

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ, МИКРОБИОЛОГИЯ

- Пронина Г.И., Саная О.В., Нечаева Т.А., Микряков Д.В., Суворова Т.А., Кузьмичева С.В., Назаров В.А., Ковальчук М.И.* Влияние Ронколейкина на морфометрические и гематологические показатели и фагоцитарную активность нейтрофилов арктического гольца 89
- Упадышев М.Т., Макаров С.С., Упадышева Г.Ю.* Устойчивость яблони к высокотемпературному стрессу 100

ЗООТЕХНИЯ, БИОЛОГИЯ И ВЕТЕРИНАРНАЯ МЕДИЦИНА

- Кульмакова Н.И., Шастина Е.В., Кондрашкин М.А.* Влияние мультивитаминного комплекса на зоотехнические показатели гибридного молодняка кроликов на откорме... 111

ЭКОНОМИКА

- Гатаулина Е.А., Потапова А.А.* Развитие сельского хозяйства в отдельных странах, находящихся под санкциями 121

CONTENTS

SCIENTISTS OF TIMIRYAZEV UNIVESITY

- Pylnev V.V., Berezkin A.N., Vertikova E.A., Rubets V.S.* Department of Genetics, Plant Breeding and Seed Production is 100 years old 5

AGRONOMY, CROP PRODUCTION, PLANT PROTECTION

- Zubik I.N., Orlova E.E., Kozlova E.A., Sungurova N.R., Chudetsky A.I., Kuznetsova I.B.* Phenological characteristics of rose cultivars grown in protected soil using hydroponic technology 17
- Nazarova N.M.* Theoretical and practical justification of rootstock selection in vegetative reproduction of introduced species of the genus *Syringa* L. (Oleaceae) in the conditions of the Orenburg region 30
- Tarakanov R.I., Ignat'eva I.M., Beloshapkina O.O., Chebanenko S.I., Karataeva O.G., Dzhililov F.S.* Detection of the soybean bacterial blight pathogen *Pseudomonas savastanoi* pv. *Glycinea* in seeds by the PCR method..... 41
- Ter-Petrosyants G.E., Akimova S.V., Radzhabov A.K., Solovyev A.V., Marchenko L.A.* Effect of the production technology of vine mother plants on their ability to vegetative propagation..... 53
- Filipenko N.N., Kravchenko R.V., Luchinsky S.I.* Effectiveness of new herbicides on corn crops in the conditions of the Western Ciscaucasus 68
- Khramoy V.K., Sikharulidze T.D., Rakhimova O.V.* Protein productivity of early-maturing soybean varieties in the conditions of the Kaluga region..... 79

PLANT PHYSIOLOGY, MICROBIOLOGY

- Pronina G.I., Sanaya O.V., Nechaeva T.A., Mikryakov D.V., Suvorova T.A., Kuzmicheva S.V., Nazarov V.A., Kovalchuk M.I.* Effect of the drug Roncoleukin on morphometric and haematological parameters and phagocytic activity of arctic char neutrophils..... 89
- Upadishev M.T., Makarov S.S., Upadisheva G.Yu.* Apple tree resistance to high temperature stress 100

LIVESTOCK BREEDING, BIOLOGY AND VETERINARY MEDICINE

- Kulmakova N.I., Shastina E.V., Kondrashkin M.A.* Influence of multivitamin complex on zootechnical indicators of hybrid young fattern rabbit 111

ECONOMY

- Gataulina E.A., Potapova A.A.* Agricultural development in selected countries under sanctions 121

Журнал «ИЗВЕСТИЯ ТИМИРЯЗЕВСКОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ АКАДЕМИИ»

e-mail: izvtsha@rgau-msha.ru

тел.: (499) 976-07-48

Подписано в печать 26.02.2024 г. Формат 70×100/16 Бумага офсетная

Гарнитура шрифта «Times New Roman» Печать офсетная. 8,9 печ. л.

Тираж 500 экз.

Отпечатано в ООО «ЭйПиСиПублишинг»

127550, г. Москва, Дмитровское ш., д. 45, корп. 1, оф. 8

Тел.: (499) 976-51-84