

Индекс 70390

Известия ТСХА. 2023. № 6

6

2023

ИЗВЕСТИЯ ТСХА

2023



ИЗВЕСТИЯ

ТИМИРЯЗЕВСКОЙ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ
АКАДЕМИИ

6

Москва 2023

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

6

ноябрь–декабрь

Москва
Издательство РГАУ-МСХА
2023

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

6

November–December

Moscow
Publishing house of Russian Timiryazev State Agrarian University
2023

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. Dzhailov**, 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

К БИОЛОГИИ НЕКОТОРЫХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ ДУШИЦЫ
ОБЫКНОВЕННОЙ *ORIGANUM VULGARE* L. В КУЛЬТУРЕ

И.Е. АНИЩЕНКО, О.Ю. ЖИГУНОВ, З.Х. ШИГАПОВ

(Южно-Уральский ботанический сад-институт – обособленное структурное подразделение
Федерального государственного бюджетного научного учреждения
Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук)

В статье представлены результаты изучения за два вегетационных периода (2022–2023 гг.) *Origanum vulgare* L. (душица обыкновенная), *O. vulgare* ssp. *virens* (Hoffmanns & Link) Letsw. (д. обыкновенная зеленая), *O. vulgare* ‘Северное Сияние’, *O. vulgare* f. *aureum* (д. обыкновенная желтая). Изучены особенности наступления фенологических фаз, биоморфологических показателей, урожайность зеленой массы одного растения в фазу цветения, проведена оценка успешности душицы в условиях культуры в северной лесостепи Башкирского Предуралья (г. Уфа). Исследования биологических особенностей вышеуказанных таксонов душицы проводились в Южно-Уральском ботаническом саду-институте УФИЦ РАН на коллекционном участке «Ароматный сад». Душицы – многолетние корневищные длительно вегетирующие летнезеленые растения с периодом зимнего покоя. По срокам цветения относятся к группе среднелетних растений с продолжительностью цветения в течение месяца (группа долгоцветущих растений). Выявлено, что в условиях культуры в Башкирском Предуралье изученные душицы проходят полный цикл жизненного развития включая цветение и формирование семян (кроме *O. vulgare* f. *aureum*). Все изученные формы душицы обыкновенной хорошо растут, развиваются, формируют хорошо развитую надземную массу. При оценке успешности интродукции душицы проявили себя как высокоустойчивые к местному климату растения, что позволяет рекомендовать их к широкому использованию для создания пряных садов в Башкирском Предуралье.

Ключевые слова: *Origanum vulgare*, душица, пряно-ароматические растения, фенология, морфометрические показатели, оценка успешности

Введение

Среди большого разнообразия растений, имеющих хозяйственно-ценные признаки, особое место занимают эфиромасличные растения, содержащие в своем составе эфирные масла ароматической группы. Пряно-ароматические растения имеют широкую область применения, их сырье используется главным образом в лекарственных целях (народная и официальная медицина), а также в функциональном питании и парфюмерии [14].

Перспективными для изучения в этом плане являются представители рода *Origanum* (Tourn.) L. (душица), главными компонентами эфирных масел которых являются тимол, карвакрол, спирты и др. Кроме того, данные растения богаты и другими ценными биологически активными веществами – такими, как дубильные вещества, органические кислоты, углеводы, терпеноиды, витамины и горечи [6, 8].

Род *Origanum* из семейства Lamiaceae (Яснотковые), по разным литературным данным, насчитывает около 20 видов растений [3, 5, 7, 9]. Согласно международной номенклатуре World Checklist of Vascular Plants род включает в себя 63 вида, из них 7 – подвиды [15]. Представители рода распространены в Европе, Средиземноморье и в умеренных областях Азии, где произрастают на остепненных склонах, сухих лугах, полянах, опушках, в разреженных сухих лесах, в зарослях кустарников. Это корневищные травянистые многолетние растения или полукустарники с прямыми или ползучими стеблями до 70 см высоты.

Сырьем душицы является надземная часть растения, которая заготавливается в период массового цветения. Листья, стебли и цветки душицы обладают широким спектром лечебного действия: противовоспалительным, антимикробным, отхаркивающим, кровоостанавливающим и др. Душица применяется в качестве пряности в кулинарии (приготовление чайных травяных напитков, кваса, для засолки и маринования, входит в состав специй «Орегано» и др.), в парфюмерной промышленности, в качестве красящего вещества. Растения душицы используются также как декоративные растения в аптекарских огородах и миксбордерах, ценятся как хорошие медоносы [12].

Цель исследований: сравнительное изучение биологических особенностей (фенология, морфометрические параметры, урожайность зеленой массы одного растения в фазу цветения, оценка успешности интродукции) некоторых представителей пряно-ароматических растений: *Origanum vulgare* L. (душица обыкновенная), *O. vulgare* ssp. *virens* (Hoffmanns & Link) Letsw. (д. обыкновенная зеленая), *O. vulgare* 'Северное Сияние', *O. vulgare* f. *aureum* (д. обыкновенная желтая) – в условиях культуры в Башкирском Предуралье.

Материал и методы исследований

Изучение биологии душицы выполнялось в Южно-Уральском ботаническом саду-институте УФИЦ РАН в 2022–2023 г. на коллекционном участке пряно-ароматических растений «Ароматный сад», который в настоящее время насчитывает более 70 таксонов. Происхождение посадочного материала душицы: *O. vulgare* – дикорастущий вид местной флоры; *O. vulgare* ssp. *virens* – из учебного ботанического сада КФУ (г. Казань); *O. vulgare* 'Северное Сияние' – ВИЛАР (г. Москва); *O. vulgare* f. *aureum* – ООО «Семена НК» (г. Москва).

Растения душицы культивировались в сходных климатических условиях (Уфа, северная лесостепь, Башкирское Предуралье): среднегодовая температура воздуха составляет +3,8°C; сумма осадков – 590 мм; отрицательные средние месячные температуры – 5 месяцев в году; средняя январская температура –14,5°C; абсолютный минимум – 55°C, средняя температура июля составляет 19°C, абсолютный максимум достигает 40°C, безморозный период в среднем составляет 135 дней [1].

Метеорологические условия района исследований за 2022–2023 гг. представлены в таблице 1. Характеристики рассчитывались по материалам архива погоды сайта [16].

Для региона характерен умеренно континентальный климат. Начало вегетационного периода 2022 г. отмечено в третьей декаде апреля. Количество выпавших осадков превысило норму, недостаток в них наблюдался лишь в июле и сентябре, тогда как в июне их выпало в 2 раза больше нормы. Средняя температура за вегетационный период составила 14,5°C. В июле температура достигала отметки 32,4°C. Погодные условия 2023 г. характеризовались жарким и засушливым вегетационным периодом и ранним наступлением вегетации растений – в начале апреля. Количество выпавших осадков было в 2 раза ниже, чем в 2022 г., а среднемесячная температура (15,7°C.) превышала норму в среднем на 2°C.

Метеорологические условия (2022–2023 гг.)

| Годы исследований | Месяц | | | | | |
|------------------------------|---------------------------------|------|------|------|--------|----------|
| | апрель | май | июнь | июль | август | сентябрь |
| | Средняя температура воздуха, °С | | | | | |
| 2022 | 7,8 | 10,9 | 16,4 | 20,4 | 19,7 | 11,9 |
| 2023 | 8,7 | 15,8 | 16,5 | 21,7 | 18,2 | 13,5 |
| Среднемноголетний показатель | 5,2 | 13,2 | 18,1 | 19,7 | 17,2 | 11,6 |
| Сумма осадков, мм | | | | | | |
| 2022 | 63 | 69 | 132 | 9 | 13 | 21 |
| 2023 | 15 | 32 | 18 | 44 | 18 | 35 |
| Среднемноголетний показатель | 33 | 47 | 67 | 55 | 58 | 48 |

Родиной душицы обыкновенной *O. vulgare* является Средиземноморье. В России встречается повсеместно, за исключением Крайнего Севера. Это многолетний летнезеленый травянистый короткокорневищный симподиально нарастающий поликарпик с удлиненными прямостоячими побегами, высотой 70–80 см. Стебли красноватые, четырехгранные, опушенные, разветвленные в верхней части. Листья черешковые, супротивные, продолговато-яйцевидные, цельнокрайние, сверху темно-зеленые, снизу бледно-зеленые, до 4 см длиной. Цветки мелкие, от белого до розово-лилового цвета, собраны в щитковидное соцветие [11].

O. vulgare ssp. *virens* – подвид д. обыкновенной, отличается светло-зелеными листьями и побегами, растения имеют высоту до 100 см, окраска венчика белая.

O. vulgare ‘Северное Сияние’ – сорт д. обыкновенной, выведенный в 2002 г. в Федеральном исследовательском центре ВИР им. Н.И. Вавилова (г. Санкт-Петербург). Растение компактное, высотой до 50 см, прямостоячее, образующее большое количество побегов с темно-зелеными овальными листьями. Цветки мелкие, окраска венчика пурпурно-розовая.

O. vulgare f. *aureum* – низкорослая (до 30 см) декоративная форма д. обыкновенной, которая характеризуется наличием крепких стелющихся побегов, покрытых многочисленными желтыми продолговато-яйцевидными листьями. Окраска венчика бледно-розовая. Растение может использоваться в качестве декоративно-лиственного почвопокровного растения в цветочно-декоративном оформлении.

При изучении особенностей фенологии, морфометрических показателей и при оценке успешности использовали методические рекомендации [2, 4, 10, 13]. В качестве объектов были выбраны 10 модельных особей растений каждого образца душицы обыкновенной.

Результаты и их обсуждение

Высокая оценка успешности в конкретных условиях выращивания предусматривает прохождение растениями всех стадий жизненного цикла развития включая цветение и плодоношение, что напрямую зависит от климатических условий. Особенности наступления фенофаз изученных душиц приведены в таблице 2.

Фенологические фазы развития

| Фенофазы | Годы | <i>O. vulgare</i> | <i>O. vulgare</i> <i>ssp. virens</i> | <i>O. vulgare</i> 'Северное Сияние' | <i>O. vulgare</i> <i>f. aureum</i> |
|---------------------|------|-------------------|---|---|---------------------------------------|
| Весеннее отрастание | 2022 | 21.04 | 23.04 | 21.04 | 25.04 |
| | 2023 | 11.04 | 12.04 | 11.04 | 13.04 |
| Начало бутонизации | 2022 | 30.06 | 05.07 | 30.06 | 25.07 |
| | 2023 | 14.06 | 19.06 | 20.06 | 12.07 |
| Начало цветения | 2022 | 05.07 | 10.07 | 05.07 | 01.08 |
| | 2023 | 22.06 | 26.06 | 27.06 | 24.07 |
| Массовое цветение | 2022 | 10.07 | 15.07 | 12.07 | 15.08 |
| | 2023 | 26.06 | 30.06 | 01.07 | 02.08 |
| Конец цветения | 2022 | 10.08 | 18.08 | 15.08 | 13.09 |
| | 2023 | 24.07 | 05.08 | 31.07 | 01.09 |
| Созревание семян | 2022 | 11.09 | 30.09 | 25.09 | - |
| | 2023 | 25.08 | 24.09 | 17.09 | - |
| Конец вегетации | 2022 | 17.10 | 17.10 | 17.10 | 17.10 |
| | 2023 | 18.10 | 18.10 | 18.10 | 18.10 |

Поскольку вегетационный период 2023 г. наступил раньше на 10 дней, сроки наступления основных фенологических фаз развития растений наступили в среднем на 10–14 дней раньше.

При проведении анализа показателей морфометрических признаков четырех представителей душицы (табл. 3) нами установлено, что наибольшими значениями по большинству параметров отличается *O. vulgare* *ssp. virens*, но несмотря на крупные соцветия, этот подвид характеризуется мелкими цветками и образует меньшее число побегов на растении. Для сорта 'Северное Сияние' характерны крупные соцветия с крупными цветками, компактный куст формирует в отличие от других изученных таксонов душицы очень большое число побегов. Самые низкие значения морфологических параметров, за исключением параметров цветка, отмечены у *O. vulgare* *f. aureum*.

Таким образом, нами выявлено, что морфометрические параметры исследованных растений душицы характеризуются нормальной степенью варьирования (C_v -5,0–18,6%). Такие признаки, как длина листа, длина и ширина соцветия, число цветков, листьев и побегов, характеризуются небольшим варьированием (C_v -2,2–4,7%).

Морфологические признаки представителей душицы обыкновенной

| Параметры | <i>O. vulgare</i> | | <i>O. vulgare</i> ssp. <i>virens</i> | | <i>O. vulgare</i> 'Северное Сияние' | | <i>O. vulgare</i> f. <i>aureum</i> | |
|---|-------------------|--------------------|---|--------------------|--|--------------------|---------------------------------------|--------------------|
| | M±m | C _v , % | M±m | C _v , % | M±m | C _v , % | M±m | C _v , % |
| Высота растения, см | 49,6±1,83 | 9,8 | 63,3±1,58 | 6,6 | 48,9±0,98 | 5,3 | 31,6±1,27 | 10,6 |
| Толщина стебля, см | 0,3±0,02 | 16,3 | 0,4±0,01 | 9,7 | 0,2±0,01 | 12,1 | 0,2±0,01 | 11,7 |
| Длина листа, см | 3,2±0,23 | 18,6 | 4,9±0,10 | 5,5 | 3,4±0,10 | 7,8 | 3,6±0,03 | 2,2 |
| Ширина листа, см | 1,8±0,07 | 10,8 | 2,6±0,05 | 5,1 | 1,8±0,07 | 10,2 | 1,4±0,04 | 6,8 |
| Длина соцветия, см | 15,1±0,27 | 4,7 | 19,6±0,89 | 12,0 | 17,9±0,82 | 12,2 | 3,6±0,20 | 5,0 |
| Ширина соцветия, см | 6,9±0,23 | 8,9 | 8,7±0,52 | 16,0 | 8,1±0,34 | 11,0 | 1,7±0,21 | 3,4 |
| Длина цветка, см | 0,6±0,03 | 11,2 | 0,5±0,01 | 5,6 | 1,0±0,03 | 8,2 | 0,6±0,03 | 12,0 |
| Диаметр венчика, см | 0,3±0,01 | 9,8 | 0,2±0,01 | 13,1 | 0,5±0,03 | 14,3 | 0,4±0,02 | 12,1 |
| Число цветков в соцветии, шт. | 2464,3± ±28,27 | 3,0 | 1324,9± ±34,09 | 6,8 | 1292,1± ±34,71 | 7,1 | 286,0± ±11,18 | 10,3 |
| Число листьев, шт. | 108,0± ±2,23 | 5,5 | 179,7± ±1,66 | 2,4 | 106,6± ±2,42 | 6,0 | 177,1± ±2,58 | 3,8 |
| Число побегов, шт. | 116,6± ±1,21 | 2,8 | 76,6± ±1,48 | 5,1 | 259,9± ±7,97 | 8,1 | 76,9± ±1,56 | 5,4 |
| Масса одного растения (фаза цветения), г | 244,0± ±5,44 | 5,9 | 263,6± ±3,89 | 3,9 | 384,3± ±9,97 | 6,9 | 117,4± ±3,74 | 8,4 |

Примечание. М – среднее значение параметра; m – ошибка среднего значения параметра; C_v – коэффициент вариации.

На основе данных интродукционных исследований, проводимых в течение ряда лет по четырем представителям душицы в условиях культуры в Южно-Уральском ботаническом саду-институте, выполнена оценка их успешности культивирования (табл. 4). Было отмечено, что изученные душицы устойчивы к климатическим условиям Башкирского Предуралья, для них характерны регулярное цветение и плодоношение (за исключением *O. vulgare* f. *aureum*), они прекрасно растут и развиваются. В связи с этим их можно рекомендовать для использования в озеленении и для получения растительного сырья.

Результаты оценки успешности интродукции

| Критерии | <i>O. vulgare</i> | <i>O. vulgare</i> <i>ssp. virens</i> | <i>O. vulgare</i> 'Северное Сияние' | <i>O. vulgare</i> <i>f. aureum</i> |
|---|-------------------|---|---|---------------------------------------|
| Развитие вегетативных органов | + | + | + | + |
| Наличие регулярного цветения | + | + | + | + |
| Наличие регулярного плодоношения | + | + | + | - |
| Зимостойкость | + | + | + | + |
| Засухоустойчивость | + | + | + | + |
| Способность интродуцентов к саморасселению (массово) | + | + | + | + |

Выводы

При интродукционном исследовании представителей пряно-ароматических растений: *O. vulgare* (дикорастущая форма), *O. vulgare* *ssp. virens*, *O. vulgare* 'Северное Сияние', *O. vulgare* *f. aureum* – в условиях культуры в Южно-Уральском ботаническом саду-институте (г. Уфа) установлено, что для них характерно прохождение всех стадий жизненного цикла развития включая цветение и формирование семян, кроме *O. vulgare* *f. aureum*, которая не успевает в наших климатических условиях образовать семена. При этом данная форма душицы прекрасно растет, развивается и зимует в открытом грунте.

По оценке успешности интродукции, все изученные душицы проявили себя как высокоустойчивые растения к местному климату, что позволяет рекомендовать их к широкому использованию для создания пряных садов в Башкирском Предуралье.

Работа выполнена по теме ЮУБСИ УФИЦ РАН «Биоразнообразие природных систем и растительные ресурсы России: оценка состояния и мониторинг динамики, проблемы сохранения, воспроизводства, увеличения и рационального использования» в рамках государственного задания на 2022 г. УФИЦ РАН № 075–03–2022–001 от 14.01.2022 г.

Библиографический список

1. Атлас Республики Башкортостан. – Уфа: Изд-во Башкортостан, 2005. – 420 с.
2. Баканова В.В. Цветочно-декоративные многолетники открытого грунта. – Киев: Наукова думка, 1983. С. 9–16.
3. Бойко Е.Ф. *Origanum vulgare* L. и *Origanum tyttanthum* Gontsch. как лекарственные, эфиромасличные, пряно-ароматические и декоративные растения // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2009. – Т. 22 (61), № 2. – С. 9–15.
4. Зайцев Г.Н. Математика в экспериментальной ботанике. – М.: Наука, 1990. – 296 с.
5. Куликов П.В. Конспект флоры Челябинской области (сосудистые растения). – Екатеринбург-Миасс: «Геотур», 2005. – 537 с.

6. Кунакова Р.В., Зайнуллин Р.А., Абрамова Л.М., Анищенко И.Е. Пищевые и лекарственные растения в функциональном питании. – Уфа: Гилем, 2011. – 376 с.
7. Маевский П.Ф. Флора Средней полосы Европейской части России. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2006. – 600 с.
8. Маланкина Е.Л., Цицилин А.Н. Лекарственные и эфирномасличные культуры. М.: Инфра-М, 2016. – 367 с.
9. Марко Н.В. Изучение сортообразцов из рода *Origanum* L. по основным хозяйственно ценным признакам // Труды Никитского ботанического сада. – 2011. – Т. 133. – С. 132–143.
10. Минин А.А. и др. Рекомендации по унификации фенологических наблюдений в России / А.А. Минин, А.А. Ананин, Ю.А. Буйволов, Е.Г. Ларин, П.А. Лебедев, Н.В. Поликарпова, И.В. Прокошева, М.И. Руденко, И.И. Сапельникова, В.Г. Федотова, Е.А. Шуйская, М.В. Яковлева, О.В. Янцер // Nature Conservation Research. Заповедная наука. – 2020. – Т. 5, № 4. – С. 89–110.
11. Найда Н.М. Онтогенетические и анатомические особенности душицы обыкновенной в условиях культуры // Известия Санкт-Петербургского аграрного университета. – 2015. – № 40. – С. 11–17.
12. Поляков В.А. и др. Плодово-ягодное и растительное сырье в производстве напитков / В.А. Поляков, И.И. Бурачевский, А.В. Тихомиров, Р.А. Зайнуллин, Р.В. Кунакова, Л.М. Абрамова, И.М. Абрамова, И.Е. Анищенко. – М.: ДеЛи плюс, 2011. – 523 с.
13. Черемушкина В.А., Барсукова И.Н. Ритм сезонного развития и малый жизненный цикл *Prunella vulgaris* L. (Lamiaceae) в Хакасии // Журнал Сибирского федерального университета. Серия «Биология». – 2020. – Т. 13, № 1. – С. 94–108.
14. Шклярюв А.П. Пряно-ароматические и лекарственные культуры в Беларуси (инновации, технологии, экономика и организация производства). – Минск: БГАТУ, 2014. – 200 с.
15. URL: <https://powo.science.kew.org/>.
16. URL: <http://www.pogodaiklimat.ru/>.

ON THE BIOLOGY OF SOME SPECIES OF *ORIGANUM VULGARE* L. IN CULTURE

I.E. ANISHCHENKO, O.YU. ZHIGUNOV, Z.KH. SHIGAPOV

(South-Ural Botanical Garden-Institute – Sub-division of the Ufa Federal Research Centre
of the Russian Academy of Sciences)

*This article presents the results of the study of two growing seasons (2022–2023) of *Origanum vulgare* L. (common oreganum), *O. vulgare* ssp. *virens* (Hoffmanns & Link) letsw., *O. vulgare* “Severnoe Siyanie”, *O. vulgare* f. *aureum*. The characteristics of the onset of phenological phases, biomorphological indicators, the yield of green mass of a plant during the flowering phase were studied, the success in the conditions of cultivation in the northern forest steppe of the Bashkir Urals (Ufa) was evaluated. Studies on the biological characteristics of the above mentioned taxa of oreganum were carried out in the South Urals Botanical Garden-Institute of UFRC RAS at the collection site “Aromatic Garden”. Oreganums are perennial, rhizomatous, long-lived, summer-green plants with winter dormancy. According to the flowering period, they belong to the group of average summer plants with a flowering period of one month (a group of long-flowering plants). It was found that under the conditions of cultivation in the Bashkir Urals, the studied oreganum plants undergo a full cycle of life development, including flowering and seed formation (except*

for *O. vulgare* f. *aureum*). All studied forms of common oreganum grow well, develop well, form a well-developed above-ground mass. When evaluating the success of the introduction, the oreganum plants proved to be very resistant to the local climate, which makes it possible to recommend them for widespread use in the creation of herb gardens in the Bashkir Urals.

Key words: *Origanum vulgare*, common oreganum, aromatic plants, phenology, morphometric indices, success assessment.

References

1. Atlas of the Republic of Bashkortostan. Ufa: Izd-vo Bashkortostan, 2005:420. (In Russ.)
2. Bakanova V.V. Flower-decorative perennials of open ground. Kiev: Naukova dumka, 1983:9–16. (In Russ.)
3. Boyko E.F. *Origanum vulgare* L. и *Origanum tyttanthum* Gontsch. as medicinal, ether-oil, aromatic and decorative plants. *Uchenye zapiski Tavricheskogo natsional'nogo universiteta im. V.I. Vernadskogo. Seriya "Biologiya, khimiya"*. 2009;22(61)(2):9–15. (In Russ.)
4. Zaytsev G.N. Mathematics in experimental botany. M.: Nauka, 1990:296. (In Russ.)
5. Kulikov P.V. Summary of flora of the Chelyabinsk region (vascular plants). Ekaterinburg-Miass: "Geotur", 2005:537. (In Russ.)
6. Kunakova R.V., Zaynullin R.A., Abramova L.M., Anishchenko I.E. Food and medicinal plants in functional nutrition. Ufa: Gilem, 2011:376. (In Russ.)
7. Maevskiy P.F. Flora of the Middle Strip of the European Part of Russia. M.: Tovarishestvo nauchnykh izdaniy KMK, 2006:600. (In Russ.)
8. Malankina E.L., Tsitsilin A.N. Medicinal and ethereal oil cultures. M.: Infra-M, 2016:367. (In Russ.)
9. Marko N.V. Study of assortments from *Origanum* L. genus according to the main economically valuable features. *Trudy Nikitskogo botanicheskogo sada*. 2011;133:132–143. (In Russ.)
10. Minin A.A., Ananin A.A., Buyvolov Yu.A., Larin E.G., Lebedev P.A., Polikarpova N.V., Prokosheva I.V., Rudenko M.I., Sapel'nikova I.I., Fedotova V.G., Shuyskaya E.A., Yakovleva M.V., Yantser O.V. Recommendations to unify phenological observations in Russia. *Nature Conservation Research. Zapovednaya nauka*. 2020;5;4:89–110. (In Russ.)
11. Nayda N.M. Ontogenetic and anatomical features of *Origanum vulgare* in culture. *Izvesniya Saint-Petersburg State Agrarian University*. 2015;40:11–17. (In Russ.)
12. Polyakov V.A., Burachevskiy I.I., Tikhomirov A.V., Zaynullin R.A., Kunakova R.V., Abramova L.M., Abramova I.M., Anishchenko I.E. Fruit and berry and vegetable raw materials in the production of drinks. M.: DeLi plyus, 2011:523. (In Russ.)
13. Cheremushkina V.A., Barsukova I.N. Rhythm of seasonal development and minor life cycle of *Prunella vulgaris* L. (Lamiaceae) in Khakasia. *Journal of Siberian Federal University. Biology*. 2020;13(1):94–108. (In Russ.)
14. Shklyarov A.P. Aromatic and medicinal cultures in Belarus (innovations, technologies, economics and production organization). Minsk: BGATU, 2014:200. (In Russ.)
15. Plants of the World Online. Kew science. URL: <https://powo.science.kew.org/>
16. Weather and climate. (In Russ.) URL: <http://www.pogodaiklimat.ru/>

Сведения об авторах

Анищенко Ирина Евгеньевна, канд. биол. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории флоры и растительности Южно-Уральского ботанического сада-института Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук; 450080, г. Уфа, ул. Менделеева, 195/3; e-mail: irina6106@mail.ru; тел.: (347) 286–12–55)

Жигунов Олег Юрьевич, канд.т биол. наук, старший научный сотрудник лаборатории флоры и растительности Южно-Уральского ботанического сада-института Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук; 450080, г. Уфа, ул. Менделеева, 195/3; e-mail: zhigunov2007@yandex.ru; тел.: (347) 286–12–55)

Шигапов Зиннур Хайдарович, д-р биол. наук, директор Южно-Уральского ботанического сада-института Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук; 450080, г. Уфа, ул. Менделеева, 195/3; e-mail: botsad@anrb.ru; тел.: (347) 286–12–55)

Irina E. Anishchenko, CSc (Bio), Leading Research Associate at the Laboratory of Flora and Vegetation of South-Ural Botanical Garden-Institute – Sub-division of the Ufa Federal Research Centre of the Russian Academy of Sciences (195/3, Mendeleev Str., Ufa, 450080, Russian Federation; phone: (347) 286–12–55; e-mail: irina6106@mail.ru)

Oleg Yu. Zhigunov, CSc (Bio), Leading Research Associate at the Laboratory of Flora and Vegetation of South-Ural Botanical Garden-Institute – Sub-division of the Ufa Federal Research Centre of the Russian Academy of Sciences (195/3, Mendeleev Str., Ufa, 450080, Russian Federation; phone: (347) 286–12–55; e-mail: zhigunov2007@yandex.ru)

Zinnur Kh. Shigapov, DSc (Bio), director of South-Ural Botanical Garden-Institute – Sub-division of the Ufa Federal Research Centre of the Russian Academy of Sciences (195/3 Mendeleev Str., Ufa, 450080, Russian Federation; phone: (347) 286–12–55; e-mail: botsad@anrb.ru)

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЗИМОСТОЙКОСТИ ЕЖЕВИКИ ПРИ УКРЫТИИ НА ЗИМУ И ОБРАБОТКЕ ПРИРОДНО-РАСТИТЕЛЬНОМ КОМПЛЕКСОМ БЕЛЫЙ ЖЕМЧУГ АНТИФРИЗ

О.В. ЛАДЫЖЕНСКАЯ¹, Т.С. АНИСЬКИНА¹, В.А. КРЮЧКОВА²

¹Главный ботанический сад имени Н.В. Цицина РАН;

²Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева)

В статье представлены данные о целесообразности использования природно-растительного комплекса Белый Жемчуг Антифриз (ПРК БЖ Антифриз) для повышения устойчивости к низким отрицательным температурам малозимостойкой культуры ежевики. Объектами исследования стали пряморослые и полупряморослые сорта ежевики: 'Ouachita', 'Chester', 'Black Magic', 'Black Gem', 'Loch Tay'. Эксперимент проводили в Дмитровском районе Московской области, в частном питомнике ягодных культур. Саженцы выращивали в контейнерах объемом 10 л в течение двух лет. Всего в опыте было 3 варианта: 1) использование в качестве укрытия на зиму спанбонда плотностью 90 г/м² совместно с применением фитомодулятора для защиты от низкотемпературного стресса ПРК БЖ Антифриз; 2) обработка растений препаратом ПРК БЖ Антифриз без укрытия на зиму; 3) контрольные растения без укрытия и без обработки препаратом. Сравнение выборок по критерию Манна-Уитни подтвердило гипотезу о достоверных различиях между вариантами опыта. При комплексном применении защитных мер (обработка препаратом и укрытие) наиболее устойчивыми к низким температурам оказались пряморослые сорта 'Black Magic' и 'Black Gem', повреждений побегов у которых отмечено не было (0б.). Наименее устойчивый полупряморослый сорт – 'Ouachita', в контрольном варианте (без укрытия и без обработок фитомодулятором) были отмечены значительные повреждения побегов (3б.), тогда как при комплексных защитных мерах зимние повреждения составили 1б. Полученные данные позволяют рекомендовать использование в питомниках комбинацию защитных мер (обработка препаратом и укрытие) от низкотемпературного стресса в виде укрытия побегов ежевики спанбондом и применения фитомодулятора ПРК БЖ Антифриз.

Ключевые слова: ежевика, подмерзание, посадочный материал, фитомодулятор

Введение

Ежевика – многолетнее растение рода *Rubus* L. подрода *Eubatus* Focke. Высокая самоплодность и продуктивность, способность восстанавливаться после повреждений [1], высокая транспортабельность плодов, продолжительные сроки созревания, наличие ремонтантных сортов и способность к продолжительному хранению плодов делают ежевику перспективной ягодной культурой. Современные сорта устойчивы к наиболее агрессивным патогенам [1, 2]. Ежевика обладает высокой адаптационной способностью, за счет чего является востребованной культурой на мировом рынке [3]. Лидером по производству плодов ежевики является США, где в 2018 г. объем продаж плодов превысил 634 млн долл., что на 7% выше в сравнении с 2017 г. [4]. На российском рынке стоимость саженцев ежевики варьируется от 100 до 2000 руб/шт., стоимость плодов – от 600 до 4000 руб/кг. При этом спрос как на посадочный материал, так и на ягодную продукцию постепенно возрастает [5].

Промышленными в большей степени являются сорта американской селекции, которые не обладают достаточной морозоустойчивостью для выращивания в средней

полосе России [6]. Увеличение зимостойкости и морозостойкости – одно из важнейших направлений селекции и агротехники плодово-ягодных культур. Острая необходимость в увеличении зимостойкости и продвижении сортов в северные регионы существует для малины [7], земляники [8] и других культур [9].

Наряду с выведением новых, устойчивых к морозам сортов возникает потребность в поиске препаратов, поддерживающих и увеличивающих морозоустойчивость растений ежевики. Во ВНИИСПК испытывали ретардант ТУР (хлорхолинхлорид) на сортах ежевики ‘Egie’, ‘Thornfree’ и сеянцах от свободного опыления сорта ‘Black Satin’, который показал положительный результат [10]. Там же были проведены исследования по влиянию фитомодулятора ПРК БЖ Антифриз совместно с другими комплексами природного происхождения на морозоустойчивость ежевики сорта ‘Thornfree’, в результате чего было отмечено повышение устойчивости к низким отрицательным температурам под их воздействием [11].

В мире насчитывается около 400 сортов ежевики [12], из них в России активно используют более 40. Сорта, отобранные нами в качестве объектов исследований, широко используются как в любительском садоводстве, так и при закладке промышленных плантаций на территории Российской Федерации, однако в Центральной полосе России нуждаются в дополнительной защите от иссушающих ветров и низких температур в зимне-весеннее время.

Цель исследований: сравнительная оценка устойчивости сортов ежевики к низким отрицательным температурам при использовании фитомодулятора ПРК БЖ Антифриз с зимнего укрытия и без них.

Задачи исследований:

1. Оценить влияние препарата ПРК БЖ Антифриз на морозоустойчивость растений ежевики.
2. Выявить наиболее морозоустойчивые сорта ежевики.
3. Дать рекомендации производству по использованию сортов и технологии защиты на зиму.

Материал и методы исследований

Исследования проведены в Дмитровском районе (Московская область, Россия), в питомнике плодово-ягодных растений Love Berry в 2021–2023 гг. Объектами исследований были пряморослые сорта ежевики ‘Ouachita’, ‘Black Magic’, ‘Black Gem’, полустелющийся ‘Loch Tay’ и полупряморослый ‘Chester’ в возрасте 2 года. Растения выращивали в контейнерах объемом 10 л. В качестве субстрата использовали торфяной субстрат (Агробалт Н). Под посадку вносили удобрение Osmocote Exact Standard в течение 5–6 месяцев (15–9–12 + MgO + TE). За 10 дней до прогнозируемого понижения среднесуточной температуры до +5°C, 25 октября 2021 г., по растениям ежевики первого варианта опыта проводили листовую обработку природно-растительным комплексом Белый Жемчуг Антифриз (ПРК БЖ Антифриз) (5%-ный раствор) и укрывали спанбондом плотностью 90 г/м². Растения второго варианта обрабатывали ПРК БЖ Антифриз и оставляли без укрытия. Третий вариант – контроль – оставляли без укрытия спанбондом и без обработки ПРК БЖ Антифриз. Опытные образцы представлены в трехкратной повторности по 3 растения, то есть в каждом варианте по 9 саженцев. В первой декаде апреля 2022 г. для профилактики повреждений от возвратных заморозков провели повторное опрыскивание первого и второго вариантов опыта 1%-ным раствором (100 мл на 10 л воды) ПРК БЖ Антифриз.

Проверку качества перезимовки растений проводили 30 апреля 2022 г. – в период распускания почек. Для этого воспользовались 5-балльной шкалой согласно

общепринятой в России методике: 0 баллов – подмерзание отсутствует; 1 балл – подмерзли верхушки побегов; 2 балла – побеги и почки подмерзли на 25%; 3 балла – побеги и почки подмерзли на 50%; 4 балла – побеги и почки подмерзли на 75%; 5 баллов – побеги и почки подмерзли полностью или почти полностью [13].

Определив оптимальный вариант для повышения морозоустойчивости растений ежевики, в октябре 2022 г. саженцы всех вариантов опыта обрабатывали 5%-ным раствором препарата ПРК БЖ Антифриз, после чего через неделю укрывали спанбондом 90 г/м².

ПРК БЖ Антифриз – это фитомодулятор для защиты растений от стресса по причине воздействия отрицательных температур и других неблагоприятных условий зимнего и весеннего периода. ПРК БЖ Антифриз представляет собой суспензию группы минералов природного происхождения (представлены компоненты не менее: SiO₂–5,6%, CaO – 0,4%, MgO – 0,4%, K₂O – 0,2%, Fe₂O₃–0,4%, Al₂O₃–0,16% и другие микроэлементы с содержанием экстрактов хвойных растений, то есть в органическую группу компонентов входят фитонциды (эфирные масла), хлорофилл, флавоноиды, сахара, белки, аминокислоты, а в группу витаминов – А (каротин, лютеин), D (фитостерины), Е, К, С, В1, В2, В6, РР, Н. ПРК БЖ Антифриз способствует удержанию сахаров в клеточном соке, препятствует обезвоживанию клетки и восстанавливает фотосинтез растений после воздействия низких температур. Производитель ПРК БЖ Антифриз – ООО «Группа компаний Агроплюс», Россия; номер государственной регистрации – 761–11–3569–1; сертификат соответствия – № РОСС RU. НВ32.Н01492/20.

Для анализа экспериментальных данных использовали метод попарного сравнения U Манна-Уитни. Все расчеты выполнены в программе SPSS Statistics 25.

Результаты и их обсуждение

1. Анализ погодных условий зимних периодов 2021–2022 и 2022–2023 гг.

Условия зимы 2021–2022 и 2022–2023 гг. были благоприятными для того, чтобы оценить протекторное действие препарата ПРК БЖ Антифриз и зимнего укрытия, так как температура зимой 2021–2022 гг. опускалась до –20–24 °С ночью в декабре (21.12.2021 г.), а весной в апреле (28–30.04.2022 г.) были возвратные заморозки до –2 °С (рис. 1). Снежный покров в январе (25.01.2022 г.) – феврале (15.02.2022 г.) составлял в среднем 60–70 см.

Зимние условия 2022–2023 гг. были нестабильными. Так, с 1.12.2022 по 11.12.2022 гг. были отмечены стабильные минусовые температуры (до –9 °С). С 12.12.2022 по 04.01.2023 гг. температура колебалась от –5 °С до +5 °С. Затем, с 5.01.2023 по 10.01.2023 гг., ночные температуры находились на уровне –21–29 °С. Снежный покров в январе (10.01.2023 г.) составлял 20–30 см.

2. Влияние укрытия агроволокном и обработки ПРК БЖ Антифриз от низкотемпературного стресса на сохранность почек и побегов ежевики в зимний период 2021–2022 гг.

В результате проведенного опыта получены данные, представленные в таблице 1.

В анализируемый период все сорта контрольного варианта опыта (без укрытия спанбондом и без обработки ПРК БЖ Антифриз) получили различную степень повреждений: у 50% растений выборки отмечен 1 балл повреждений; у 25% растений – 2 балла; у 25% – 3 балла (рис. 2).

Обработка ПРК БЖ Антифриз без укрытия позволила повысить устойчивость растений к низким температурам: у 33% растений пробудились все почки; у 40% растений были незначительные повреждения (на 1 балл); у 7% растений повреждения составили 3 балла.

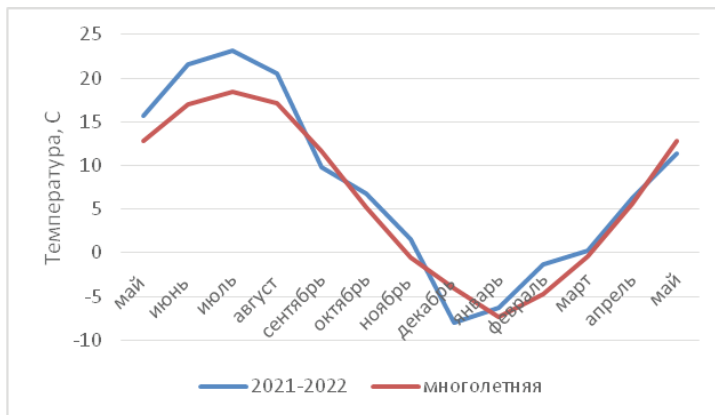


Рис. 1. Динамика среднемесячных температур с мая 2021 по май 2022 гг. в сравнении со среднемноголетними данными (г. Дмитров)

Таблица 1

Средний балл подмерзания растений ежевики по вариантам опыта в результате перезимовки 2021–2022 гг.

| Название сорта, тип роста | Средний балл подмерзания | | |
|--------------------------------|--|--|---|
| | без обработки и без укрытия (контроль) | с обработкой ПРК БЖ Антифриз и без укрытия | с обработкой ПРК БЖ Антифриз и укрытием |
| 'Ouachita' (пряморослый) | 3 | 2 | 0 |
| | 3 | 2 | 1 |
| | 3 | 3 | 0 |
| 'Chester' (полупряморослый) | 3 | 1 | 0 |
| | 2 | 2 | 0 |
| | 2 | 1 | 0 |
| 'Black Magic' (пряморослый) | 2 | 1 | 0 |
| | 1 | 0 | 0 |
| | 2 | 1 | 0 |
| 'Black Gem' (пряморослый) | 1 | 1 | 0 |
| | 1 | 0 | 0 |
| | 1 | 0 | 0 |
| 'Loch Tay' (полустелющийся) | 1 | 1 | 0 |
| | 1 | 0 | 0 |
| | 1 | 0 | 0 |

В варианте с зимним укрытием растений спанбондом и обработкой препаратом ПРК БЖ Антифриз 95% растений остались неповрежденными в отличие от контроля, в котором в разной степени были повреждены 100% растений (рис. 3).

Для установления вклада в повышение зимостойкости только ПРК БЖ Антифриз рассмотрим варианты с укрытием и без укрытия (рис. 4). Установлено, что комплексные меры защиты растений обеспечили 95% успешности перезимовки растений, а только обработка ПРК БЖ Антифриз (без укрытия) – 33%. Повреждений растений на 2 и 3 балла в случае обработки препаратом в сочетании с укрытием не обнаружено, а в варианте частичной защиты 5% растений получили 3 балла, 20% растений получили 2 балла.

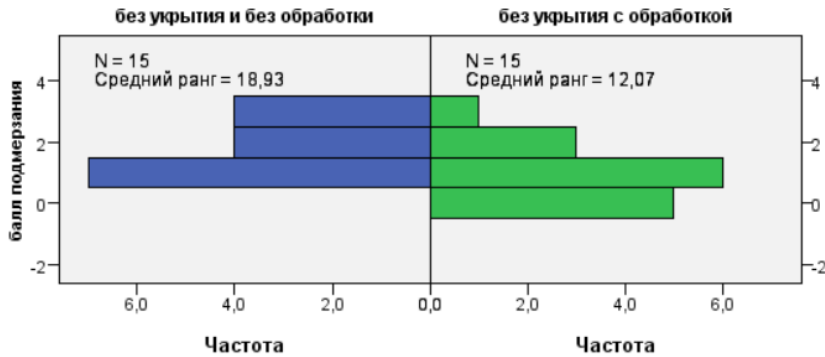


Рис. 2. Влияние обработки препаратом ПРК БЖ Антифриз на устойчивость ежевики к низкотемпературному стрессу зимне-весеннего периода

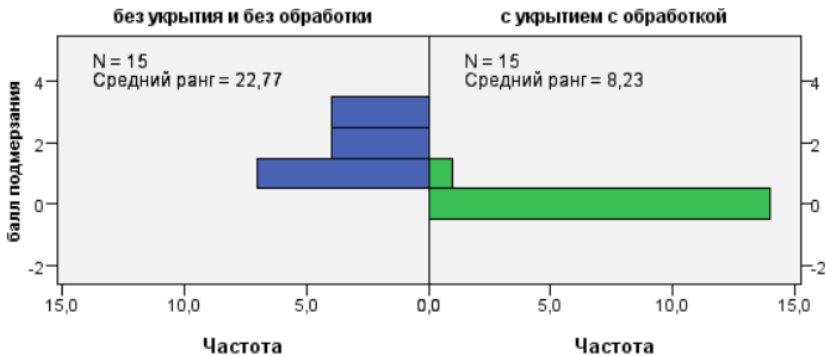


Рис. 3. Влияние комплексной защиты ежевики от низкотемпературного стресса препаратом ПРК БЖ Антифриз и спанбондом на сохранность почек

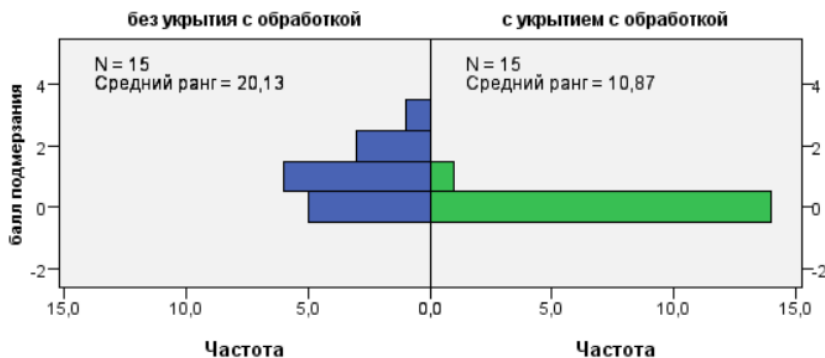


Рис. 4. Влияние ПРК БЖ Антифриз на устойчивость ежевики к низкотемпературному стрессу

3. Индивидуальная реакция сортов ежевики на комплекс мер защиты от зимних повреждений (обработка ПРК БЖ Антифриз и укрытие спанбондом).

Гипотеза исследований, заключающаяся в том, что различные варианты защиты от низкотемпературного стресса оказывают разное воздействие, подтвердилась для полупряморослого сорта 'Chester', так как все коэффициенты критерия U Манна-Уитни имеют значимость ниже пороговой 0,05 (табл. 2). Отсутствие каких-либо повреждений у 'Chester' наблюдалось при применении комплексных мер защиты; без укрытия и с обработкой ПРК БЖ Антифриз большая часть растений получила 1 балл подмерзания; контроль показал у этого сорта преимущественно 2 балла подмерзания и 3 балла.

Таблица 2

Значимость критериев U Манна-Уитни о достоверности различий между вариантами опыта для ежевики с разным типом побегов ($p = 0,05$)

| Тип сортов | Вариант защиты | Контроль (без укрытия и без обработки) | Без укрытия с обработкой |
|--|---------------------------|--|--------------------------|
| Пряморослые 'Ouachita', 'Black Magic', 'Black Gem' | Без укрытия с обработкой | 0,136* | |
| | С укрытием и с обработкой | 0,001 | 0,031 |
| Полупряморослый 'Chester' | Без укрытия с обработкой | 0,026 | |
| | С укрытием и с обработкой | 0,002 | 0,002 |
| Полустелющийся 'Loch Tay' | Без укрытия с обработкой | 0,065* | |
| | С укрытием и с обработкой | 0,002 | 0,349* |

Примечание. Серым цветом выделены ячейки без критерия U Манна-Уитни, так как вариант сравнивают с самим собой.

*Различия между вариантами принимаем достоверными, если значимость критерия U Манна-Уитни больше 0,05.

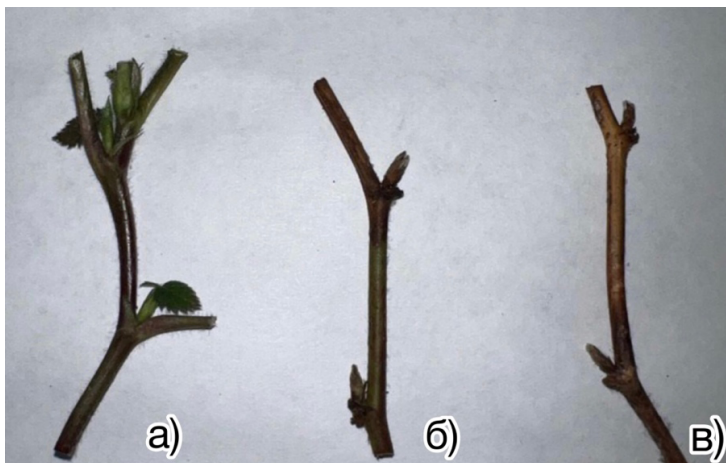


Рис. 5. Фотофиксация повреждений почек и побегов у сорта 'Ouachita' от низкотемпературного стресса (30.04.2022 г.):
 а) ПРК БЖ Антифриз + укрытие; б) ПРК БЖ Антифриз без укрытия;
 в) контроль (без укрытия и без обработки препаратом)

Полустелющийся сорт ‘Loch Tay’ по результатам исследования не имел повреждений выше 1 балла. Так, при применении комплексных мер защиты (обработка препаратом ПРК БЖ Антифриз и укрытие спанбондом) повреждения отсутствовали у всех растений этого сорта, а при частичном использовании мер их также преимущественно не было (значимость критерия U Манна-Уитни 0,349 выше значимости 0,05, следовательно, выборки не имеют достоверных различий). В контрольном варианте сорт ‘Loch Tay’ во всех повторностях получил 1 балл повреждений, но эти результаты достоверно не отличаются от варианта с частичными мерами защиты.

Пряморослые сорта ‘Black Magic’ и ‘Black Gem’ не получили повреждений вообще при применении комплексных мер защиты, а у ‘Ouachita’ наблюдаются единичные растения с 1 баллом повреждения. Из всех сортов ‘Ouachita’ сильнее всех подвержен низкотемпературному стрессу. Так, в контроле во всех повторностях он получил 3 балла подмерзания. Частичное применение мер (с обработкой ПРК БЖ Антифриз и без укрытия) у сорта ‘Ouachita’ способствует незначительной защите побегов и почек: растения двух повторностей получили 2 балла повреждений, а одна повторность – подмерзание на 3 балла. Лучшая устойчивость к неблагоприятным условиям отмечена у сорта ‘Black Gem’: все повторности контроля были повреждены лишь на 1 балл, частичные меры (с обработкой ПРК БЖ Антифриз и без укрытия) привели к полной устойчивости (0 баллов). Сорт ‘Black Magic’ в условиях контрольного варианта подмерз в основном на 2 балла, а при применении частичных мер (с обработкой ПРК БЖ Антифриз и без укрытия) – 1 балл.

При проведении комплексных мер защиты в октябре 2022 г. и при обработке 5%-ным раствором препарата ПРК БЖ Антифриз в весенний период 2023 г. на растениях ежевики не было повреждений несмотря на понижение температуры в ночное время в первых числах мая до $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ (рис. 6).

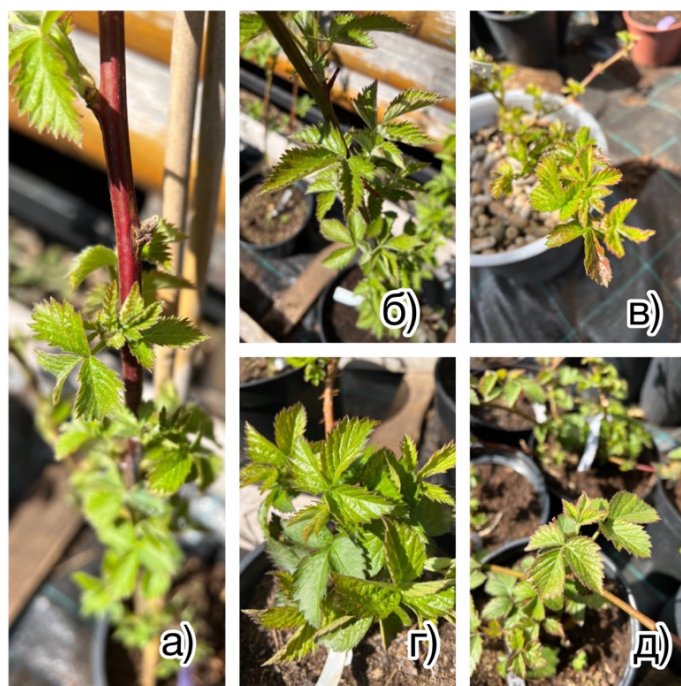


Рис. 6. Растения ежевики после комплексных мер защиты (укрытие спанбондом с обработкой ПРК БЖ Антифриз) весной 2023 г.:

- а) Loch Tay – 0 баллов; б) Ouachita – 0 баллов; в) Black Gem – 0 баллов;
- г) Black Magic – 0 баллов; д) Chester – 0 баллов

Зимостойкость растений ежевики значительно зависит от продолжительности вегетации и наступления периода покоя. Сорты с пряморослыми побегами являются более устойчивыми по сравнению с полустелющимися и стелющимися сортами к низким отрицательным температурам, что связано, в том числе, и с ранним окончанием вегетации [14].

В работе Ю.Ю. Телепенько [15] установлено, что по результатам исследования морозоустойчивости побегов сортов ежевики в полевых условиях при понижении температуры до -25°C у сортов 'Ouachita', 'Chester' и 'Black Magic' были обнаружены минимальные повреждения, причем у сорта 'Loch Tay' была отмечена средняя степень подмерзания. Однако степень повреждения генеративных почек оказалась выше (1,5 балла) у пряморослых сортов ежевики в сравнении с полустелющимися (1,1 балла), то есть было отмечено, что морозоустойчивость сортов ежевики зависит от архитектоники куста [15].

В наших исследованиях сорт 'Ouachita' в контрольном варианте обладал наивысшей степенью повреждения. Возможно, это связано с условиями засушливого лета 2021 г. Ежевика по сравнению с малиной является более засухоустойчивой культурой, так как в грунте корневая система ежевики залегает достаточно глубоко [16], однако стоит принять во внимание, что саженцы выращивали в контейнерах. На опытном участке было установлено дождевальное орошение, в жаркие дни субстрат в контейнерах быстро перегревался и пересыхал, вследствие чего основными факторами, подавляющими процессы жизнедеятельности растений, могли стать высокая температура воздуха и водный дефицит [17].

В работах Л.Г. Семеновой и Н.Р. Бженцевой отмечено, что период засухи значительно снижал развитие растений красной и черной смородины, пагубно влиял на урожайность текущего и следующего года, а также перезимовку растений [18]. Вероятно, имеет значение и высота снежного покрова, которая положительно повлияла на перезимовку сорта 'Loch Tay', так как куст является полустелющимся и на протяжении всего зимнего периода находился под естественным укрытием, в том числе в контрольном варианте.

Таким образом, пряморослые и полустелющиеся сорта за счет высокого снежного покрова могут перезимовывать с минимальными повреждениями или без них, однако не в каждый год выпадает достаточное количество осадков для благоприятной зимовки растений. Именно поэтому следует проводить профилактические меры по защите растений от комплекса неблагоприятных условий в зимне-весенний период.

Проведенные исследования позволяют расширить ареал выращивания ежевики с использованием препарата ПРК БЖ Антифриз и укрытием спанбондом 90 г/м^2 . Для закладки промышленной плантации можно использовать как пряморослые, так и полупряморослые сорта, в зависимости от выбранной агротехники. Для выращивания ежевики в более северных регионах следует провести подобные исследования в производственных условиях и с использованием большего количества растений.

Выводы

1. Применение фитомодулятора ПРК БЖ Антифриз приводит к повышению морозоустойчивости растений ежевики. В случае обработки препаратом ПРК БЖ Антифриз у 33% растений отсутствовали зимние повреждения, у 40% растений были отмечены повреждения на 1 балл, а без обработки препаратом 100% растений было повреждено в той или иной степени (например, 27% – на 3 балла).

2. Частичные меры защиты (только обработка препаратом) допускает максимум 1 балл подмерзания для сортов 'Loch Tay', 'Black Gem', 'Black Magic', 2 балла – для полупряморослого сорта 'Chester', однако 2 и 3 балла повреждений – для пряморослого сорта 'Ouachita'.

3. Для благоприятной зимовки ежевики рекомендуется использовать комплексные меры защиты от низкотемпературного стресса, включающие в себя укрытие спанбондом 90 г/м² и обработку фитомодулятором ПРК БЖ Антифриз.

Благодарности. Работа выполнена в рамках госзадания ГБС РАН «Биологическое разнообразие природной и культурной флоры: фундаментальные и прикладные вопросы изучения и сохранения», номер госрегистрации – 122042700002–6.

Библиографический список

1. Gruner L., Kornilov B. Multiple flowering of blackberry and its role in the formation of this crop harvest in the conditions of Central Russia // BIO Web Conf. – 2021. – № 39. – P. 01002. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20213901002>.

2. Clark J.R., Finn C.E. Global Science Books // Fruit, Vegetable and Cereal Science and Biotechnology. – 2011. – № 5. – Pp. 27–43.

3. Рынок ежевики. Европейские тенденции. – [Электронный ресурс]. – URL: <https://propozitsiya.com/rynok-ezheviki-evropeyskie-tendencii> (дата обращения: 15.02.2022).

4. Mitchell E. Armour, Margaret Worthington and John R. Clark. Effect of Harvest Time and Fruit Firmness on Red Drupelet Reversion in Blackberry // Hort Science: a publication of the American Society for Horticultural Science. – 2021. – № 56 (8). – Pp. 1–8. – DOI: 10.21273/HORTSCI15853-21.

5. За чем стоит будущее ягодного рынка? – [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.agroxxi.ru/zhurnal-agromir-xxi/novosti/za-chem-stoit-budushee-jagodnogo-rynka.html> (дата обращения: 24.06.2022).

6. Ladyzhenskaya O.V., Aniskina T.S., Kryuchkova V.A. Analysis of the influence of varietal characteristics of blackberries on quantitative traits in connection with further breeding in Russia // IOP Conference Series Earth and Environmental Science. – 2022. – № 979 (1). – P. 012021. – February 2022. – DOI: 10.1088/1755-1315/979/1/012021.

7. Evdokimenko S.N., Sazonov F.F., Danilova A.A. et al. Resistance of Raspberry Cultivars to Temperature Stress Factors during the Winter Period // Russ. Agricult. Sci. 2019. – № 45. – Pp. 529–533. <https://doi.org/10.3103/S1068367419060077>.

8. Marchenko L.A. and Pshikhacheva Z.U. Breeding of strawberries for productivity and winter hardiness in the Non-Chernozem zone, Plodovod // Yagodovod. Ross. – 2011. – Vol. 28. – № 2. – Pp. 60–70.

9. Tyurina M.M. et al. Opredelenie ustoichivosti plodovykh i yagodnykh kul'tur k stressoram kholodnogo vremeni goda v polevykh i kontroliruemyykh usloviyakh (Determination of Resistance in Fruit and Berry Crops to Cold Season Stressors in Field and Controlled Conditions). – Moscow, 2002.

10. Грюнер Л.А., Князев С.Д., Кулешова О.В. Использование зимнего укрытия и ретарданта ТУР при возделывании ежевики в условиях ЦЧР: Рекомендации. – Орел: ВНИИСПК, 2018. – 24 с.

11. Gruner L.A. Improvement of blackberry adaptability and productivity with the help of organic and mineral complexes of «AgroPlus» Company Groups // Conference: International Scientific and Practical Conference “Innovative Technologies in Agriculture”, 23–24 March 2022. – 2022.

12. NCGR-Corvallis Rubus Catalog. – [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.ars.usda.gov/SP2UserFiles/Place/20721500/catalogs/rubcultivars.html> (дата обращения: 24.06.2022).

13. Седов Е.Н., Огольцова Т.П. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / Под общ. ред. Е.Н. Седова, Т.П. Огольцовой. – Орел: Изд-во Всероссийского НИИ селекции плодовых культур, 1999. – 608 с..

14. Грюнер Л.А. Особенности роста побегов ежевики // Научно-технический бюллетень ВИР. – 1986. – Вып. 165. – С. 56–58.

15. Теленченко Ю.Ю. Морозостойкость сортов ожины (*Rubus* Subg. *Eubatus* Focke) в условиях Западного Лисостепу України // *Plant Varieties Studying and Protection*. – 2018. – № 14 (1). – С. 124–131. – <https://doi.org/10.21498/2518-1017.14.1.2018.126521>.

16. Якимов В.В. Ежевика в России. – Челябинск: Челябинский дом печати, 2010. – 312 с.

17. Chaves M., Maroco J., Pereira J. Understanding to Drought – from Genes to the Whole Plant // *Plant Biol*. – 2003. – V. 30. – Pp. 239–264.

18. Семёнова Л.Г., Бжецева Н.Р. Особенности продуктивности смородины черной и красной в условиях Адыгеи. – Майкоп, 2003. – 144 с.

COMPARATIVE EVALUATION OF WINTER HARDINESS OF BLACKBERRIES WHEN COVERED FOR WINTER AND TREATED WITH THE NATURAL ORGANOMINERAL PHYTOMODULATOR “BELIY ZHEMCHUG ANTIFREEZE”

O.V. LADYZHENSKAYA¹, T.S. ANISKINA¹, V.A. KRYUCHKOVA²

(¹N.V. Tsitsin’s Main Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences;

²Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy)

The article presents data on the feasibility of using the natural organomineral phytomodulator “Beliy Zhemchug Antifreeze” (NOP BZh Antifreeze) to increase the resistance of a low-winter-hardy blackberry crop to low freezing temperatures. The objects of the study were erect and semi-erect varieties of blackberries – “Ouachita”, “Chester”, “Black Magic”, “Black Gem”, “Loch Tay”. The experiment was carried out in the Moscow region, Dmitrovsky district, in a private berry nursery. The seedlings were grown in 10-litre containers for two years. There were three variants in the experiment: 1) spunbond with a density of 90 g / m² was used as a winter shelter together with the application of the phytomodulator NOP BZh Antifreeze for protection against low-temperature stress; 2) treatment of plants with NOP BZh Antifreeze without winter shelter; 3) control plants were without shelter and without treatment. Comparing the samples using the Mann-Whitney test confirmed the hypothesis of reliable differences between the experimental variants. With the complex application of protective measures (treatment with the phytomodulator and shelter), the erect varieties “Black Magic” and “Black Gem” proved to be the most resistant to freezing temperatures, their shoots were not damaged (0 points.). The least resistant semi-erect variety was “Ouachita”, in the control variant (without shelter and without treatment with phytomodulator), significant shoot damage was observed (3 points.), while with complex protective measures winter damage was 1 point. The data obtained made it possible to recommend the use in nurseries of a combination of protective measures (treatment with the phytomodulator and shelter) against low-temperature stress – sheltering blackberry shoots with spunbond with the use of NOP BZh Antifreeze.

Keywords: blackberry, freezing, planting material, phytomodulator.

References

1. Gruner L., Kornilov B. Multiple flowering of blackberry and its role in the formation of this crop harvest in the conditions of Central Russia. *BIO Web Conf.* 2021;39:01002. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20213901002>
2. Clark J.R., Finn C.E. Fruit, Vegetable and Cereal Science and Biotechnology. *Global Science Books.* 2011;5:27–43.
3. Blackberry market. European trends [Electronic source] (In Russ.). URL: <https://propozitsiya.com/rynok-ezheviki-evropeyskie-tendencii>
4. Mitchell E. Armour, Margaret Worthington, and John R. Clark. Effect of Harvest Time and Fruit Firmness on Red Drupelet Reversionin Blackberry. *HortScience: a publication of the American Society for Horticultural Science.* 2021;56(8):1–8. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI15853-21>
5. What is the future of the berry market behind? [Electronic source] (In Russ.). URL: <https://www.agroxxi.ru/zhurnal-agromir-xxi/novosti/za-chem-stoit-budushee-jagodnogo-rynka.html>
6. Ladyzhenskaya O.V., Aniskina T.S., Kryuchkova V.A. Analysis of the influence of varietal characteristics of blackberries on quantitative traits in connection with further breeding in Russia. *IOP Conference Series Earth and Environmental Science.* 2022;979(1):012021. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/979/1/012021>
7. Evdokimenko S.N., Sazonov F.F., Danilova A.A. et al. Resistance of Raspberry Cultivars to Temperature Stress Factors during the Winter Period. *Russ. Agricult. sci.* 2019;45,529–533. <https://doi.org/10.3103/S1068367419060077>
8. Marchenko L.A., Pshikhacheva Z.U. Breeding of strawberries for productivity and winter hardiness in the Non-Chernozem zone. *Pomiculture and small fruits culture in Russia.* 2011;28(2)60–70. (In Russ.)
9. Tyurina M.M. et al. Determination of resistance in fruit and berry crops to cold season stressors in field and controlled conditions. Moscow: VSTISP (Tip. Rossel'khoza-kademii), 2002:119. (In Russ.)
10. Gruner L.A., Knyazev S.D., Kuleshova O.V. The use of winter shelter and TUR retardant in the cultivation of blackberries in the conditions of the Central Chernobyl Region. Recommendations. Orel: VNIISPK, 2018:24. (In Russ.)
11. Gruner L.A. Improvement of blackberry adaptability and productivity with the help of organic and mineral complexes of “AgroPlus” Company Groups. Conference: International Scientific and Practical Conference, 23–24 MAR2022. Innovative technologies in agriculture. Orel: VNIISPK, 2022:41. (In Russ.)
12. NCGR-Corvallis Rubus Catalog. [Electronic source] URL: <http://www.ars.usda.gov/SP2UserFiles/Place/20721500/catalogs/rubcultivars.html>
13. Program and methodology for the study of fruit, berry and nut crops. Ed. by Academician of the Russian Academy of Agricultural Sciences E.N. Sedov and Doctor of Agricultural Sciences T.P. Ogoltsova. Orel: Izd-vo Vserossiyskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta selektsii plodovykh kul'tur, 1999: 608. (In Russ.)
14. Gruner L.A. Features of the growth of blackberry shoots. *Nauch.-teh. bul. VIR.* 1986;165:56–58. (In Russ.)
15. Telepenko Yu.Yu. Frost-resistance of the blackberry (*Rubus* Subg. *Eubatus* Focke) cultivars in the forest-steppe zone of Ukraine. *Plant Varieties Studying and Protection.* 2018;14(1):124–131. (In Ukr.) <https://doi.org/10.21498/2518-1017.14.1.2018.126521>
16. Yakimov V.V. Blackberry in Russia. Chelyabinsk: Chelyabinskiy dom pečhati, 2010:312. (In Russ.)

17. *Chaves M., Maroco J., Pereirs J.* Understanding to Drought – from Genes to the Whole Plant. *Plant Biol.* 2003;30:239–264.

18. *Semenova L.G., Bzhetseva N.R.* Features of the productivity of black and red currants in the conditions of Adygea. Monograph. Maikop, 2003:144. (In Russ.)

Сведения об авторах

Ладыженская Ольга Викторовна, младший научный сотрудник, Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН; Российская Федерация, г. Москва; e-mail: o.ladyzhenskaya91@mail.ru; тел.: (916) 887–74–57

Анискина Татьяна Сергеевна, научный сотрудник, Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН; Российская Федерация, г. Москва; e-mail: tatianiskina@gmail.com; тел.: (905) 545–85–88

Крючкова Виктория Александровна, кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры ботаники, селекции и семеноводства садовых растений ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева» Российская Федерация, г. Москва; e-mail: vkruchkova@mail.ru; тел.: (499) 976–41–71)

Olga V. Ladyzhenskaya, Junior Research Associate, N.V. Tsitsin’s Main Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences (4, Botanicheskaya Str., Moscow, 127276, Russian Federation; phone: (916) 887–74–57; e-mail: o.ladyzhenskaya91@mail.ru)

Tatyana S. Anyskyna, Research Associate, N.V. Tsitsin’s Main Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences (4, Botanicheskaya Str., Moscow, 127276, Russian Federation; phone: (905) 545–85–88; e-mail: tatianiskina@gmail.com)

Viktoriya A. Kryuchkova, CSc (Bio), Associate Professor, Associate Professor at the Department of Botany, Selection and Seed Production of Garden Plants, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49, Timiryazevskaya Str., Moscow, 127550, Russian Federation; phone: (499) 976–41–71; e-mail: vkruchkova@mail.ru)

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОМЫШЛЕННОГО ПЛАНТАЦИОННОГО ВЫРАЩИВАНИЯ ДРЕВОГУБЦЕВ (*CELASTRUS* L., CELASTRACEAE) КАК ИСТОЧНИКОВ ЛЕКАРСТВЕННОГО СЫРЬЯ И БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ

И.А. САВИНОВ¹, Е.В. СОЛОМОНОВА¹, Н.А. ТРУСОВ²

(¹Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева;

²Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН)

*Природные биологически активные вещества из растений являются перспективными стимуляторами или ингибиторами различных физиологических состояний животных и человека. Древогубцы (*Celastrus* L.) – крупные лианы, образующие значительный объем листьев, быстрорастущий возобновляемый источник сырья. Лекарственные свойства древогубцев в настоящее время недостаточно изучены, их медицинское применение ограничивается традиционным использованием в странах Азии и в Северной Америке. Данные по агротехнике выращивания древогубцев весьма отрывочны и требуют обобщения для дальнейшей возможности их плантационного выращивания как ценных лекарственных растений. Для выбора объектов выращивания был проведен обзор наличия таксонов древогубцев в ботанических учреждениях Европейской части средней полосы России и выбраны наиболее перспективные виды. Как наиболее устойчивые и более изученные для возможного плантационного выращивания, рекомендованы 6 таксонов древогубцев: *C. Rugosus*, *C. Flagellaris*, *C. Scandens*, *C. Strigillosus*, *C. Orbiculatus* и *C. Orbiculatus* var. *Punctatus*. Были обобщены результаты фенологических наблюдений за древогубцами в дендрарии ГБС РАН и проведены оригинальные наблюдения. Показано, что рост листьев идет по сигмоидной кривой. До середины мая происходит быстрый рост листьев, а затем, приблизительно в течение месяца, – замедленный. В начале июня листья почти достигают конечных размеров, а во второй декаде июня рост листьев завершается. Установлено, что цветение у большинства таксонов начинается в третьей декаде мая, а заканчивается во второй декаде июня. Созревание плодов у растений всех таксонов приходится на середину октября. Размножение растений может осуществляться как вегетативно (стеблевыми зелеными черенками или участками корней), так и семенами при предварительной стратификации. На основании данных литературы о выращивании древогубцев и древесных лиан вообще, а также оригинальных наблюдений за растениями была составлена технологическая карта возделывания древогубцев.*

Ключевые слова: древогубцы, *Celastrus*, *Celastraceae*, лекарственный потенциал, фенологические наблюдения, выращивание, технологическая карта, Московский регион

Введение

ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева является аграрным вузом России, в котором студенты изучают вопросы заготовки, производства и переработки лекарственных и эфиромасличных культур, в том числе рациональной заготовки дикорастущих видов лекарственных растений, интродукции новых видов, технологии выращивания, сушки и доработки сырья. В рамках учебных программ студенты получают навыки контроля качества и определения подлинности, доброкачественности сырья и содержания целевых соединений в нем. Многие работы по лекарственному растениеводству выполняются научными коллаборациями с аналитическими

и медицинскими организациями. Поэтому тема «Поиск и апробация новых биологически активных веществ растительного происхождения как возможных компонентов лекарственных препаратов, ингибирующих рост раковых клеток» является актуальной как для этого университета, так и для других учебных и научных заведений.

Природные биологически активные вещества из растений являются перспективными стимуляторами или ингибиторами различных физиологических состояний животных и человека.

Представители семейства Бересклетовые (*Celastraceae* R. Br.), у которых различные части растений обладают высокой антиоксидантной активностью, могут стать новыми компонентами разрабатываемых лекарств и БАДов. Из обширного семейства были отобраны древогубцы (*Celastrus* L.) – крупные лианы, образующие значительный объем листьев, быстрорастущий возобновляемый источник сырья. По мнению специалистов, они гораздо перспективнее более известных видов близкого рода *Euonymus* L. [12]. Вместе с тем в отечественной литературе можно найти совсем немного работ, специально посвященных широкому использованию этих растений. Назовем лишь обработку В.В. Шульгиной [13] для «Деревьев и кустарников СССР», известную сводку А.Г. Головач [1] по биологии лиан, а также работу по деревянистым лианам российского Дальнего Востока Н.И. Денисова [2], в которых основным направлением использования древогубцев считается выращивание их в качестве декоративных растений.

В наших исследованиях основной акцент сделан не столько на применении древогубцев для вертикального озеленения, сколько на оценке их потенциальной продуктивности и, соответственно, возможности применения в качестве лекарственного сырья [9, 10].

Преимущества древогубцев, определившие их выбор из огромного количества применяемых для создания препаратов лекарственных растений, заключаются в комплексе необходимых для промышленного применения свойств: возможность создавать многолетние плантации, экономичные по площади и продуктивные по выходу листьев, являющихся лекарственным сырьем; наличие уникальных химических соединений из класса флавоноидных гликозидов, медицинский эффект которых подтверждается традиционным использованием древогубцев в народной медицине азиатских стран; практическое отсутствие вредителей и болезней.

Лекарственные свойства древогубцев в настоящее время недостаточно изучены. Древогубцы традиционно применяют для лечения паралича, головной и зубной боли, укусов змей. Их корни, стебли и листья обладают противовоспалительными, противоревматическими, очистительными и тонизирующими свойствами. Соединения, содержащиеся в древогубцах, обладают антифидантной, противовоспалительной, антифунгальной, цитотоксической, антивирусной и противоопухолевой активностью. Сырьем являются корни, побеги (в основном листья), плоды, семена и масло семян [8].

Цель исследований: оценка потенциальной продуктивности древогубцев и возможности их применения в качестве лекарственного сырья.

Материал и методы исследований

В настоящее время нами проводятся сравнительные исследования листовой продуктивности и биохимии у древогубцев, успешно произрастающих в условиях интродукции в средней полосе России. Были исследованы листовая продуктивность и биохимический состав стеблей и листьев 6 таксонов древогубцев в сравнении: *C. rugosus* Rehder & E.H. Wilson; *C. flagellaris* Rupr.; *C. scandens* L.; *C. strigillosus* Nakai; *C. Orbiculatus*; *C. orbiculatus* var. *punctatus* Rehder [9, 10].

Результаты и их обсуждение

Установлено, что стебли *Celastrus* не накапливают физиологически активные вещества. Флавоноидные гликозиды были обнаружены в листьях всех изученных таксонов *Celastrus*, катехины – в листьях *C. orbiculatus*, *C. strigillosus* и *C. orbiculatus* var. *punctatus*. При этом в листьях *C. strigillosus* и *C. orbiculatus* var. *punctatus* флавоноидные гликозиды и катехины найдены впервые. Показано, что основными классами соединений в листьях изученных таксонов являются флавоноидные гликозиды (производные кверцетина и кемпферола) и конденсированные танины (производные катехина и афзелехина), причем последние обладают антиоксидантной и антиканцерогенной активностью (оригинальные исследования).

Вместе с тем данные по агротехнике выращивания древогубцев весьма отрывочны и требуют обобщения для дальнейшей возможности их плантационного выращивания как ценных лекарственных растений. При этом особенностью лиан является то, что они потенциально удобны для вертикального промышленного культивирования и как источник сырья могут возделываться на небольшой площади. Надземная масса их быстро отрастает и возобновляется по сравнению с корневой системой. Еще одной особенностью древогубцев является то, что они не поражаются вредителями и грибными заболеваниями.

В ботанических учреждениях и в озеленении в средней полосе Европейской части России выращивают 9 таксонов древогубцев (табл. 1).

В дендрарии Главного ботанического сад им. Н.В. Цицина РАН (ГБС РАН) во второй половине прошлого века проводились фенологические наблюдения за древогубцами, а также исследования по размножению этих растений [3], результаты которых представлены в таблице 2.

Показано, что период вегетации у *C. flagellaris*, *C. strigillosus* и *C. orbiculatus* var. *punctatus* начинается в начале, а у *C. orbiculatus* и *C. scandens* – в середине мая. При этом у растений всех наблюдаемых таксонов вегетация заканчивается в середине октября. Длительность вегетации составляет около 150 дней. За это время растения успевают полностью пройти все характерные для них фенофазы, в том числе цветение и плодоношение.

Цветение и плодоношение начинаются у растений с 5 (*C. orbiculatus*), 7–8 (*C. scandens*, *C. flagellaris*, *C. orbiculatus* var. *punctatus*) и 10 (*C. strigillosus*) лет. Продолжительность цветения составляет 9–14 дней. Начало цветения фиксировалось с первой (*C. flagellaris*, *C. orbiculatus* и *C. scandens*) или второй (*C. orbiculatus* var. *punctatus* и *C. strigillosus*) половины июня. Плоды у всех изученных таксонов созревают в начале октября. По оригинальным данным исследований, проведенных одним из авторов в 2000-е гг. (табл. 3) [11], цветение у большинства таксонов начинается в третьей декаде мая, а заканчивается во второй декаде июня. Исключение составляет *C. scandens*, у которого период цветения является более растянутым и завершается в конце июня. Созревание плодов у растений всех таксонов приходится на середину октября.

В 2023 г. авторами были проведены наблюдения за ростом листьев у древогубцев. Установлено, что набухание почек начинается в конце апреля, а уже в начале мая наблюдается распускание почек. При этом у *C. orbiculatus* и *C. scandens* листья уже разворачиваются, что почти не отличается от исследований второй половины XX в. Показано, что рост листьев идет по сигмоидной кривой. До середины мая происходит быстрый рост листьев, а затем, приблизительно в течение месяца, – замедленный. В начале июня листья почти достигают конечных размеров, а во второй декаде июня рост листьев завершается.

**Наличие представителей *Celastrus* в ботанических учреждениях
средней полосы Европейской части России**

| Таксон | Происхождение | Ботанические учреждения |
|---|---|--|
| <i>C. angulatus</i> Maxim. | Китай | Ботанический сад Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского |
| <i>C. flagellaris</i> . | Дальний Восток России, Китай, Япония, Корея | Ботанический сад-институт УрО РАН, Дендрологический парк «Лесостепная опытно-селекционная станция», Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН, Ботанический сад Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова, Ботанический сад Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского, Ботанический сад БИН РАН им В.Л. Комарова, Ботанический сад Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета им. С.М. Кирова |
| <i>C. hypoleucus</i> (Oliv.) Warb. ex Loes. | Китай | Ботанический сад Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского |
| <i>C. orbiculatus</i> . | Дальний Восток России, Китай, Япония, Корея, Монголия | Более 20 ботанических учреждений, широко известных в культуре |
| <i>C. orbiculatus</i> var. <i>punctatus</i> | Китай, Япония, Тайвань | Дендрологический парк «Лесостепная опытно-селекционная станция», Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН, Ботанический сад Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского, Ботанический сад Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета им. С.М. Кирова |
| <i>C. paniculatus</i> subsp. <i>multiflorus</i> D. Hou. | Китай, Индия, Мьянма, Таиланд, Тайвань, Филиппины и Суматра | Ботанический сад БИН РАН им. В.Л. Комарова |
| <i>C. rugosus</i> . | Китай | Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН |
| <i>C. scandens</i> . | Северная Америка | Более 10 ботанических учреждений, широко известен в культуре |
| <i>C. strigillosus</i> . | о. Сахалин, Курильские о-ва, Япония | Ботанический сад – институт Марийского государственного технического университета, Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН, Ботанический сад Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского, Дендрологический сад им. С.Ф. Харитоновой Национального парка «Плещеево озеро», Ботанический сад БИН РАН им В.Л. Комарова, Ботанический сад Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета им. С.М. Кирова, Чебоксарский филиал ГБС РАН |

Таблица 2

Некоторые характеристики *Celastrus* в дендрарии ГБС РАН

| Таксон / Характеристика | <i>C. flagellaris</i> | <i>C. orbiculatus</i> | <i>C. orbiculatus</i> var. <i>punctatus</i> | <i>C. scandens</i> | <i>C. strigillosus</i> |
|---|-----------------------|-----------------------|--|-----------------------|-----------------------------|
| Год посадки в дендрарий | 1964 | 1938 | 1963 | 1938 | 1965 |
| Период вегетации | 09.V±5– 07.X±9 | 18.V±4– 11.X±7 | начало V – середина X | начало V – конец X | середина IV – середина X |
| Длительность вегетации, дней | 151 | 146 | — | — | — |
| Период цветения | 07.VI±5– 16.VI±9 | 12.VI±5– 26.VI±4 | вторая половина VI | первая половина V | вторая половина VI |
| Длительность цветения, дней | 9 | 14 | около 14 | 10–12 | 10–12 |
| Время созревания плодов | 06.X±10 | 10.X±6 | начало X | начало X | начало X |
| Возраст начала цветения и плодоношения, лет | 8 | 5 | 8 | 7 | 10 |
| Укореняемость летних черенков при обработке 0,01%-ным раствором ИМК в течение 16 ч, % | 90 | 100 | 79 | 100 | 100 |
| Жизнеспособность семян, % | — | 98 | — | 80 | — |
| Всхожесть семян, % | — | — | — | 11 | — |

Таблица 3

Цветение и развитие плода у представителей рода в *Celastrus* ГБС РАН

| Срок / Вид | Май | | | Июнь | | | Июль | | | Август | | | Сентябрь | | | Октябрь | |
|--|-----|----|-----------|-----------|----|----|------|----|---|--------|---|----|----------|----|----|-----------|--|
| | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | | |
| <i>C. orbiculatus</i> | НЦ | ПЦ | КЦ, РР | | | СР | | ПР | | | | | | РС | СС | ПС | |
| <i>C. orbiculatus</i> var. <i>punctatus</i> | НЦ | ПЦ | КЦ, РР | | СР | | | ПР | | | | | | РС | СС | ПС | |
| <i>C. rugosus</i> | НЦ | ПЦ | КЦ, РР | | | СР | | ПР | | | | РС | | | СС | ПС | |
| <i>C. scandens</i> | НЦ | | ПЦ | КЦ, РР | | СР | ПР | РС | | | | | | | | СС, ПС | |
| <i>C. strigillosus</i> | НЦ | ПЦ | КЦ | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | |

Примечание. 1, 2, 3 – декады месяца; НЦ – начало цветения; ПЦ – полное цветение; КЦ – конец цветения; РР – ранний рост плода; СР – средний рост плода; ПР – поздний рост плода; РС – ранняя спелость плода; СС – средняя спелость плода; ПС – поздняя спелость плода.

Вместе с тем установлено, что оптимальными сроками заготовки растительного сырья древогубцев являются: у листьев – конец июня; у плодов – начало октябрь-середина октября; у семян – середина октября.

По данным источников литературы [4, 5], древогубцы являются нетребовательными к почвам, предпочитая плодородные рыхлые суглинистые и супесчаные почвы. При посадке рекомендовано делать смесь из перегноя с листовой или дерновой землей в соотношении 1:1. Место для посадки лучше выбирать хорошо освещенное, хотя в связи с тем, что растения являются лианами, возможно их выращивание в полутени. Растения высаживают на расстоянии 0,8–1 м друг от друга, при необходимости на дно посадочной ямы укладывают дренаж. После посадки обязательно ставят прочные опоры, по которым растения будут подниматься.

Мероприятия по уходу за древогубцами ограничиваются периодическим поливом, прополкой сорняков и санитарной обрезкой. При необходимости растения разреживают, удаляя загущающие побеги [4]. Древогубцы, выращиваемые в дендрарии ГБС РАН, согласно многолетним наблюдениям морозостойки и в укрытии на зиму не нуждаются [3].

Размножение древогубцев может осуществляться как вегетативно, так и семенами. При вегетативном размножении заготавливают стеблевые зеленые черенки с верхушек побегов или черенкуют корни, затем укореняют их в отапливаемой теплице, но возможно укоренение и в необогреваемом парнике [7]. Черенкование проводят в июле – начале августа. Укореняются черенки через 3 мес. [14]. Доля укоренившихся стеблевых зеленых черенков, по данным исследований, проведенных в ГБС РАН (табл. 2), составляет от 79 до 100% при обработке 0,01%-ным раствором ИМК в течение 16 ч [3]. Корневые черенки заготавливают длиной 7–10 см, толщиной 3–7 мм и закапывают под наклоном, целиком. Укоренение и образование побегов происходят через 30–35 дней [4]. Одревесневшими черенками растения размножаются хуже. Такие черенки с 4–8 почками заготавливают осенью и высаживают под наклоном. Укоренение наблюдается в конце июня следующего года [4]. Иногда древогубцы размножают отводками, пригибая к земле обрезанные или окольцованные побеги [4]. Растения, полученные путем вегетативного размножения, часто зацветают на 3–4 годы [4].

Семена древогубцев сохраняют всхожесть до 3 лет [6], по другим данным [4] – до 1 года, а при хранении в герметично закрытой таре с температурой 34–38°C – 4–8 лет. Жизнеспособность семян составляет около 85% [4], у *C. scandens* – 80%, у *C. orbiculatus* – 98% [3]. Для семян *C. orbiculatus* рекомендована стратификация при +5°C в течение 2–6 мес. [6], по другим данным – в течение 3 мес. [14]. Для семян *C. scandens* вместо 2–6-месячной стратификации при +5°C возможна стратификация в более широком температурном диапазоне: от +1 до +10°C, продолжительность которой может составлять около 3 мес. [6]. Лабораторная всхожесть семян составляет около 85%, а грунтовая – около 35%. Глубина заделки семян – 1–1,5 см [4].

В ГБС РАН также были проведены исследования, касающиеся семенного размножения некоторых древогубцев. В результате установлено, что у *C. flagellaris* при посеве стратифицированных семян в мае всходы появляются через 24 дня; у *C. orbiculatus* при посеве в апреле, после 160 дней стратификации, всходы появляются через 13 дней; у *C. scandens* при посеве в июле всходы появляются через 311 дней – только в мае следующего года [3].

Как наиболее устойчивые и более изученные для возможного плантационного выращивания, рекомендованы 6 таксонов древогубцев: *C. rugosus*, *C. flagellaris*, *C. scandens*, *C. strigillosus*, *C. orbiculatus* и *C. orbiculatus* var. *punctatus*. Растения *C. angulatus*, *C. hypoleucus* и *C. paniculatus* subsp. *multiflorus* числятся только в одном

из ботанических садов, и сведения об особенностях их выращивания практически отсутствуют.

На основании данных литературы о выращивании древогубцев и древесных лиан вообще, а также оригинальных наблюдений за растениями была составлена технологическая карта возделывания древогубцев, представленная в таблице 4.

Таблица 4

**Технологическая карта возделывания древогубцев
в условиях средней полосы Европейской части России**

| Технологическая операция | Сроки проведения | Агротехнические требования |
|---|--------------------------|--|
| Подготовка почвы | апрель-май | Вспашка почвы на глубину до 40 см, удаление сорной растительности |
| Установка/правка опор | май | Высота до 4 м, для удобства сбора растительного сырья |
| Посадка (подсадка, замена) растений | май | Расстояние между растениями 0,8–1 м, ширина междурядий – 2,2–2,5 м |
| Внесение удобрений | май | Весенние универсальные минеральные удобрения из расчёта 1–1,2 т/га |
| Мульчирование почвы | май | Мульчирование торфом или корой слоем 5–7 см |
| Прополка, санитарная обрезка, полив | май-октябрь | По мере необходимости, но не менее 3 раз за вегетационный сезон |
| Сбор растительного сырья – листьев | конец июня – начало июля | Сбор не более 50% листьев и/или частичная срезка длинных ростовых побегов с последующим обмолачиванием листьев |
| Обработка эпином | конец июня – начало июля | Использование раствора 1 мл/5 л воды, расход рабочего раствора 3–4 л на 100 м ² |
| Внесение удобрений | конец августа – сентябрь | Осенние универсальные минеральные удобрения из расчета 1–1,2 т/га |
| Сбор растительного сырья – плодов (семян) | середина октября | Для заготовки только семян следует дождаться, когда плоды вскроются естественным образом |

Заключение

В будущем также необходима разработка организационно-экономического сопровождения плантационного выращивания древогубцев с оценкой экономической эффективности и целесообразности различных технологий.

Исследования выполнены при частичной финансовой поддержке Министерства сельского хозяйства РФ в рамках госзадания РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева 2023 г. и частично – в рамках государственного задания ГBS РАН по теме «Биологическое разнообразие природной и культурной флоры: фундаментальные и прикладные вопросы изучения и сохранения», № 122042700002–6.

Библиографический список

1. Головач А.Г. Лианы, их биология и использование. – Л.: Наука, 1973. – 256 с.
2. Денисов Н.И. К систематическому обзору деревянистых лиан российского Дальнего Востока // Бюллетень Ботанического сада-института ДВО РАН. – 2007. – № 1. – С. 44–50. – URL: <http://botsad.ru/media/oldfiles/journal/number1/04.pdf>.
3. Древесные растения Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина РАН: 60 лет интродукции. – М.: Наука, 2005. – 586 с.
4. Древогубец, или краснопузырник (*Celastrus*) сем. Бересклетовые // Энциклопедия декоративных садовых растений. – URL: <http://flower.onego.ru/liana/celastru.html>.
5. Каталог древесных растений, выращиваемых в питомниках АППМ. – Москва: АППМ, 2017. – 432 с.
6. Николаева М.Г., Разумова М.В., Гладкова В.Н. Справочник по проращиванию покоящихся семян. – Л.: Наука, 1985. – 348 с.
7. Размножение растений / Королевское общество садоводов; под ред. А. Тугуда; пер. с англ. О.А. Герасиной. – М.: Астель, 2005. – 322 с.
8. Растительные ресурсы России: Дикорастущие цветковые растения, их компонентный состав и биологическая активность. – Т. 3. Семейства Fabaceae – Apiaceae // Семейство Celastraceae / Сост. Л.И. Шагова, А.Л. Буданцев, Т.А. Орлова; Отв. ред. А.Л. Буданцев. – М. – СПб.: Товарищество научных изданий КМК, 2010. – С. 130–136.
9. Савинов И.А., Соломонова Е.В., Трусов Н.А., Симаков Г.А. Ботаническая оценка лекарственного потенциала древогубцев (*Celastrus* L.) // Известия ТСХА. – 2022. – Вып. 6. – С. 13–30. – DOI: 10.26897/0021-342X-2022-6-13-30.
10. Савинов И.А., Соломонова Е.В., Трусов Н.А., Симаков Г.А. Продуктивность листовой массы *Celastrus orbiculatus* Thunb. (Celastraceae) в условиях Московского региона // Вестник КрасГАУ. – 2022. – Вып. 12. – С. 49–52. – DOI: 10.36718/1819-4036-2022-12-49-53.
11. Трусов Н.А., Созонова Л.И. Цветение и развитие плода у *Celastrus* L. в коллекции ГБС РАН // Труды Томского государственного университета. Серия «Биологическая: Ботанические сады. Проблемы интродукции». – Томск: Изд-во Томского университета, 2010. – Т. 274. – С. 384–386.
12. Шретер А.И. Лекарственная флора советского Дальнего Востока. – М.: Медицина, 1975. – 328 с.
13. Шульгина В.В. Род Древогубец, или Краснопузырник – *Celastrus* L. / Ред. С.Я. Соколов // Деревья и кустарники СССР. – 1958. – Т. 4. – С. 391–397.
14. Dirr M.A., Heuser C.W. The reference manual of woody plant propagation: from seed to tissue culture. – Portland: Timber Press, 1987. – 412 p.

PROSPECTS FOR INDUSTRIAL PLANTATION CULTIVATION OF BITTERSWEET (*CELASTRUS* L., CELASTRACEAE) AS A SOURCE OF MEDICINAL RAW MATERIALS AND BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES

I.A. SAVINOV¹, E.V. SOLOMONOVA¹, N.A. TRUSOV²,

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

²N.V.Tsitsin's Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences)

*Natural biologically active substances from plants are promising stimulants or inhibitors of various physiological conditions in animals and humans. Bittersweet (*Celastrus* L.) is a large liana that produces a significant amount of leaves, a rapidly growing renewable source of raw*

materials. The medicinal properties of *Celastrus* are currently poorly understood, and its medical use is limited to traditional use in Asia and North America. Data on agronomic techniques for the cultivation of the plants are very fragmentary and need to be generalised for the further possibility of their plantation cultivation as valuable medicinal plants. In order to select cultivars, the presence of *Celastrus* species in botanical gardens in the European part of Central Russia was surveyed and the most promising species were selected. Six *Celastrus* taxa are recommended as the most stable and best studied for possible plantation cultivation: *C. rugosus*, *C. flagellaris*, *C. scandens*, *C. strigillosus*, *C. orbiculatus* and *C. orbiculatus* var. *punctatus*. The results of phenological observations of the species in the arboretum of the Main Botanical Garden of the RAS were summarized and original observations were made. It was shown that leaf growth follows a sigmoid curve. Leaf growth is rapid until mid-May and then slows down for about a month. By early June the leaves are close to their final size and by the second decade of June leaf growth is complete. Flowering was found to begin in most taxa in the third decade of May and end in the second decade of June, with fruit ripening in plants of all taxa in mid-October. Plant propagation can be either vegetative, by green stem cuttings or root cuttings, or by seed with pre-stratification. On the basis of literature data on the cultivation of *Celastrus* species and woody lianas in general, as well as original observations of the plants, a flow chart for the cultivation of *Celastrus* has been compiled.

Key words: bittersweets, *Celastrus*, Celastraceae, medicinal potential, phenological observation, cultivation, flow chart (task card), Moscow region.

The work was conducted within the framework of the target plan commissioned by the Ministry of Agriculture of the Russian Federation and funded by the Federal budget. The work was carried out within the framework of the state task of the MBG RAS of the program “Biological Diversity of Natural and Cultural Flora: Fundamental and Applied Issues of Study and Collection”, No. 122042700002–6.

References

1. Golovach A.G. Lianas, their biology and use. L.: Nauka, 1973:256. (In Russ.)
2. Denisov N.I. To the taxonomical analysis of ligneous lianas in the Russian Far East. *Byulleten' Botanicheskogo sada-instituta DVO RAN*. 2007;1:44–50. (In Russ.) URL: <http://botsad.ru/media/oldfiles/journal/number1/04.pdf>
3. Woody plants of the N.V. Tsitsin's Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences: 60 years of introduction. M.: Nauka, 2005:586. (In Russ.)
4. *Celastrus*, Celastraceae family. Encyclopedia of ornamental garden plants. (In Russ.) URL: <http://flower.onego.ru/liana/celastru.html>
5. Catalog of woody plants grown in APPM nurseries. Moscow: APPM, 2017:432. (In Russ.)
6. Nikolaeva M.G., Razumova M.V., Gladkova V.N. A guide to germinating dormant seeds. L.: Nauka, 1985:348. (In Russ.)
7. Plant propagation. Ed. by A. Tuguda. M.: Astel', 2005:322. (In Russ.)
8. Shagova L.I., Budantsev A.L., Orlova T.A. Plant resources of Russia: Wild flowering plants, their component composition and biological activity. V.3. Fabaceae – Apiaceae families. Ed. by A.L. Budantsev. M. – SPb: Tov-vo nauchn. izd. KMK, 2010:601. (In Russ.)
9. Savinov I.A., Solomonova E.V., Trusov N.A., Simakov G.A. Botanical evaluation of medicinal potential of bittersweets (*Celastrus* L.). *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy (TAA)*. 2022;1(6):13–30. (In Russ.) <https://doi.org/10.26897/0021-342X-2022-6-13-30>

10. Savinov I.A., Solomonova E.V., Trusov N.A., Simakov G.A. Productivity of leaf mass of *Celastrus orbiculatus* Thunb. (Celastraceae) in the conditions of the Moscow region. *Bulletin of KSAU*. 2022;12:49–52. (In Russ.) <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2022-12-49-53>

11. Trusov N.A., Sozonova L.I. Flowering and fruit development in *Celastrus* L. in collection of the Main Botanical Garden RAS. *Trudy Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Ser. Biologicheskaya: Botanicheskie sady. Problemy introduktsii*. Tomsk: Izd-vo Tom. Un-ta, 2010;274:384–386. (In Russ.)

12. Shreter A.I. Medicinal flora of the Soviet Far East. M.: Meditsina, 1975:328. (In Russ.)

13. Shul'gina V.V. Bittersweet or staff tree – *Celastrus* L. Ed. by Sokolov S.Ya. *Derev'ya i kustarniki SSSR*. 1958;4:391–397. (In Russ.)

14. Dirr M.A., Heuser C.W. The reference manual of woody plant propagation: from seed to tissue culture. Portland: Timber Press, 1987:412.

Сведения об авторах

Иван Алексеевич Савинов, профессор кафедры ботаники, селекции и семеноводства садовых растений РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, д-р биол. наук, доцент; 127434, Российская Федерация, г. Москва, Тимирязевская ул., 49; e-mail: savinovia@mail.ru; тел.: (906) 032–73–04

Екатерина Владимировна Соломонова, доцент кафедры ботаники, селекции и семеноводства садовых растений РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, канд. биол. наук, доцент; 127434, Российская Федерация, г. Москва, Тимирязевская ул., 49; e-mail: solomonova@rgau-msha.ru; тел.: (903) 173–55–54

Николай Александрович Трусов, старший научный сотрудник лаборатории дендрологии ГБС им. Н.В. Цицина РАН, канд. биол. наук; 127276, Российская Федерация, г. Москва, Ботаническая ул., 4; e-mail: n-trusov@mail.ru; тел.: (917) 525–77–68

Ivan A. Savinov, DSc (Bio), Associate Professor, Professor at the Department of Botany, Breeding and Seed Production of Horticultural Crops, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49, Timiryazevskaya Str., Moscow, 127434, Russian Federation; phone: (906) 032–73–04; e-mail: savinovia@mail.ru)

Ekaterina V. Solomonova, CSc (Bio), Associate Professor, Associate Professor at the Department of Botany, Breeding and Seed Production of Horticultural Crops, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49, Timiryazevskaya Str., Moscow, 127434, Russian Federation; phone: (903) 173–55–54; e-mail: solomonova@rgau-msha.ru)

Nikolay A. Trusov, CSc (Bio), Senior Research Associate at the Laboratory of Dendrology, N.V. Tsitsin's Main Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences (4, Botanicheskaya Str., Moscow, 127276, Russian Federation; phone: (917) 525–77–68; e-mail: n-trusov@mail.ru)

ФОРМИРОВАНИЕ ПЛОДОВ, СЕМЯН И УРОЖАЙНОСТЬ СОРТОВ ЛЮПИНА БЕЛОГО (*LUPINUS ALBUS L.*) С ДЕТЕРМИНАНТНЫМ ТИПОМ РОСТА

Г.Г. ГАТАУЛИНА, А.В. ШИТИКОВА, Н.В. МЕДВЕДЕВА

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

Многолетние исследования были проведены на экспериментальном стационаре Российского государственного аграрного университета – МСХА имени К.А. Тимирязева, расположенном в Тамбовской области (Мичуринский р-н Центрально-Черноземного региона РФ). Селекционная программа создания новых сортов детерминантного типа роста реализована на черноземах выщелоченных и включала в себя исследования по оценке степени влияния абиотических стресс-факторов на основные показатели динамического роста и продуктивности растений сортов *Lupinus albus L.* Тимирязевской селекции. При проведении исследований в условиях 2021–2022 гг. у новых сортов люпина белого Тимирязевский и Гана установлен высокий уровень адаптации в засушливых условиях: урожайность составила 540 г/м² (сорт Тимирязевский) и 516 г/м² (сорт Гана).

Ключевые слова: *Lupinus albus L.*, сорта, вариабельность, урожайность, динамические параметры формирования урожая, стресс-факторы

Введение

Белый люпин (*Lupinus albus L.*), как альтернатива сое в мировой практике, достаточно широко освещается в многочисленных источниках литературы. Естественно, что истоки этого направления в проведенных исследованиях прежде всего обращены к характеристике этого вида в сравнении с другими видами рода *Lupinus spp* средиземноморского происхождения [1, 3, 5]. В ряде научных публикаций подчеркивается, что зерно люпина белого использовали в пищу и в качестве корма для скота в древние времена после удаления алкалоидов путем вымачивания в проточной воде.

Lupinus albus L. – однолетнее растение высотой до 120 см, с прочным стеблем и корневой системой, проникающей в почву на глубину 1,5 м. Листья очередные, с 5–9 листочками. Отдельные растения последовательно образуют ветви (боковые побеги) нескольких порядков, заканчивающиеся соцветием. Цветки могут быть различной окраски: от белого до синего цвета с разными оттенками, семена крупные, кремового цвета, круглой приплюснутой формы, масса 1000 семян – 300–450 г. Высокий урожай семян и сбор белка с 1 га возможны без внесения азотных удобрений за счет симбиотической азотфиксации [2–4]. Содержание алкалоидов в зерне люпина белого варьируется в зависимости от сорта, типа почвы и периода вегетации. В люпине меньше антипитательных факторов, чем в соевых бобах. Зерно люпина в отличие от сои не нуждается в термической обработке, поскольку ингибиторы трипсина практически отсутствуют (варьируется от 0,1 до 0,2 мг/г) [3, 5, 7].

Содержание белка (30...50%) в семенах *L. albus* определяется генотипом и условиями произрастания. В отличие от злаков белки люпина содержат большое количество лизина и низкое количество серосодержащих аминокислот [6]. Содержание масла варьируется от 9 до 11%. При этом отмечается высокое содержание полиненасыщенных жирных кислот – таких, как олеиновая, линолевая, альфа-линоленовая, которые в сочетании с низкой концентрацией насыщенных жирных кислот для питательного рациона считаются оптимальными, в том числе для профилактики ряда заболеваний.

Содержание омега-6 и омега-3 и их соотношение в составе зерна люпина имеют важное значение. Семена белого люпина являются богатым источником макро- и микроэлементов, их общее содержание составляет 30–40 мг/кг: кальций – от 2,1 до 4,7 г/кг; фосфор – от 4,3 до 7,2 г/кг; магний – от 1,2 до 2,2 г/кг; калий – от 8,6 до 11,1 г/кг; натрий – от 0,1 до 0,2 г/кг. Высокое содержание витаминов в семенах люпина может обеспечить до 1/2 суточной потребности в тиамине, около 1/3 ниацина и 1/5 суточной потребности рибофлавина (при использовании 100 г семян) [9, 10, 14].

Зерно люпина содержит алкалоиды, относящиеся к семейству хинолизидинов, – в основном спартеин и люпанин, придающие зерну горький вкус. Присутствие алкалоидов является нетоксичным при низких концентрациях, современные сорта содержат 0,04–0,05% алкалоидов. Поскольку большинство алкалоидов люпина растворимо в воде, их содержание в зерне можно снижать путем предварительной обработки.

Зерновая продукция *L. albus* широко применяется в мировом производстве высокопротеиновых. Муку люпина можно использовать в производстве различных ферментированных продуктов, макарон, чипсов, хлеба и эмульгированных мясных продуктов для повышения питательной ценности, а также для изменения текстуры. Люпин белый используется в качестве полной или частичной замены соевых бобов при производстве тофу, для получения белкового изолята [13, 14, 17].

В дополнение к питательной ценности в кормлении животных люпин является хорошим предшественником для многих культур севооборота, в том числе при производстве органической продукции [10, 12, 16].

Интерес к производству люпина белого как потенциального источника протеина в последнее время стремительно повышается, в том числе и для использования в фармакологии благодаря высокой адаптации растения к почвенно-климатическим условиям [14, 17].

Нестабильность урожайности культур семейства Fabaceae в мировом растениеводстве определяется влиянием неблагоприятных условий тепло- и влагообеспеченности вегетационного периода.

Цель исследований: изучение изменчивости продукционных этапов развития растений на основе динамических параметров *L. albus*, определение вклада отдельных этапов органогенеза в течение вегетационного периода, урожайных свойств, зависимости уровня урожайности от климатических факторов в условиях изменения климата для Центрально-Черноземного региона РФ.

Материал и методы исследований

В схему опыта были включены разные типы сортов люпина белого, существенно различающиеся по морфоархитектонике растений: побегообразование, динамика роста, этапы органогенеза и их продолжительность.

Исследования проведены в условиях полевого стационара Российского государственного аграрного университета – МСХА имени К.А. Тимирязева, расположенного

в Тамбовской области (Мичуринский р-н Центрально-Черноземного региона РФ), на черноземных почвах выщелоченных, средней мощности ($pH_{\text{сол.}}$ – 5,8; P_2O_5 –96 мг; K_2O – 215 мг/кг почвы). Площадь опытной делянки – 25 м², в четырехкратной повторности. Посев производили в III декаде апреля (оптимально ранний) широкорядным способом (0,45 м) при норме высева 0,5 млн шт. всхожих семян на 1 га.

Азотофиксирующая способность растений обеспечивает получение устойчивых урожаев культуры без внесения удобрений. Продуктивность и ее структурные элементы главного и боковых побегов, урожайность семян приведены на единицу площади. Статистическая обработка экспериментальных данных произведена с использованием MS Office Excel. Коэффициент вариации (V%) использовали для оценки варибельности показателей продуктивности. Коэффициент вариации определяли как отношение, выраженное в процентах, среднеквадратического отклонения (в статье – сигма) к средней оцениваемого показателя.

Результаты и их обсуждение

Белый люпин относится к позднеспелым видам, которые раньше в условиях северной части Центрально-Черноземного региона России не созревали. Интродукция белого люпина в этот регион стала возможной благодаря селекционной работе ученых РГАУ-МСХА, в результате многолетних экспериментов которых были получены первые экспериментальные образцы растений с детерминантным типом роста. Они послужили основой создания нового уникального исходного материала для начала селекции новых сортов *L. albus*, вызревающих в условиях Центрального Черноземья. Так появились новые сорта *L. albus*: Старт, Гамма, Мановицкий, Дега, Дельта, Детер 1. Новым этапом в научных исследованиях явилась разработка теоретических основ формирования урожая, присущих биологии культуры для семейства Бобовые.

Биологически обоснованные периоды формирования урожая у люпина белого и других культур семейства Fabaceae научно обоснованы в многолетних опытах. При этом последовательно установлены особенности агроценоза как фотосинтезирующей системы по периодам формирования элементов продуктивности, обеспечивающих значимое изменение урожайности и сбора протеина. Структура динамической системы применима для моделирования формирования продуктивности и других бобовых культур.

Для всех культур характерны два периода в развитии, когда фотосинтез отсутствует: начальный период – *от посева до появления всходов*; конечный период – *созревание*, когда на растениях отсутствуют листья и другие его зеленые части.

В течение вегетации от всходов до начала созревания, когда посев функционирует как фотосинтезирующая система, выделяются 4 периода:

I – от всходов до начала цветения (до раскрытия первого цветка на растении);

II – цветение и образование плодов (от раскрытия первого цветка до полного окончания цветения);

III – рост плодов (в конце периода плоды на боковых побегах или верхних ярусах растения достигают максимальных размеров, створки плодов имеют максимальную массу, отмечается фаза выполненных или блестящих бобов);

IV – налив семян (ассимиляты и питательные вещества из створок плодов и других органов оттекают в семена. В конце периода сухая масса семян является максимальной, влажность семян – высокой).

Созревание семян – завершающий период их развития, когда семена и створки плодов теряют влагу. Скорость созревания, характеризующаяся интенсивностью снижения влажности семян и створок плодов, зависит от погодных условий.

Сорта по архитектонике растений являются разнотипными: степень ветвления, образование побегов разного порядка, продолжительность вегетационного периода, высокая степень адаптации к условиям ЦЧР региона, устойчивость созревания, урожайность зерна – 3–5 т/га. В условиях достаточной влагообеспеченности периода роста отмечалось наиболее полное проявление сортовых признаков, особенно в части ветвления стебля и побегообразования.

Детерминантные сорта белого люпина по сравнению с индетерминантными характеризуются отсутствием или низким количеством боковых побегов, ранним созреванием, более низким выходом биомассы. Однако урожай семян у таких сортов почти полностью зависит от главного стебля, в то время как у индетерминантных сортов в зависимости от густоты стояния растений вклад главного стебля в формирование урожайности составляет 40...65%.

Вариабельность продолжительности вегетации «Всходы-созревание» и отдельных периодов в разных условиях по тепло- и влагообеспеченности позволяет оценить возможности и риски при возделывании этой культуры. Период вегетации (всходы-созревание) в условиях Тамбовской области изменялся в зависимости от сортовых особенностей и метеоусловий года исследований от 73 до 115 суток (табл. 1).

Таблица 1

Продолжительность вегетации сортов *L. albus*, дней

| № | Год | Вариант | | | | | Средняя | σ^* | V% |
|----------|------|---------|-------|--------|-------|---------|---------|------------|-----|
| | | Старт | Гамма | Дельта | Дега | Детер 1 | | | |
| 1 | 2007 | 94 | 94 | 94 | 94 | 90 | 93 | 1,60 | 1,7 |
| 2 | 2008 | 114 | 114 | 115 | 114 | 105 | 112 | 3,72 | 3,3 |
| 3 | 2009 | 103 | 102 | 105 | 102 | 97 | 102 | 2,64 | 2,6 |
| 4 | 2010 | 77 | 77 | 78 | 77 | 73 | 76 | 1,74 | 2,3 |
| 5 | 2011 | 90 | 98 | 98 | 98 | 93 | 95 | 3,32 | 3,5 |
| 6 | 2012 | 102 | 102 | 103 | 102 | 96 | 101 | 2,53 | 2,5 |
| 7 | 2013 | 102 | 102 | 104 | 103 | 96 | 101 | 2,80 | 2,8 |
| 8 | 2014 | 102 | 102 | 102 | 102 | 96 | 101 | 2,40 | 2,4 |
| 9 | 2015 | 112 | 111 | 114 | 114 | 100 | 110 | 5,23 | 4,7 |
| Средняя | | 100 | 100 | 101 | 101 | 94 | 99 | 2,66 | 2,7 |
| σ | | 10,65 | 10,01 | 10,38 | 10,37 | 8,39 | | | |
| V% | | 10,72 | 10,02 | 10,29 | 10,41 | 8,91 | | | |

Примечание. V% – коэффициент вариации.

*Сигма (σ) в таблицах – стандартное отклонение.

Вегетационный период (от всходов до созревания) наиболее ускоренным был в засушливые годы: 90...94 дня (2007 г.); 73...78 дней (2010 г.). При этом наиболее скороспелым в условиях дефицита влаги был сорт Детер 1, который не образует боковых побегов: 90 дней (2007 г.); 73 дня (2010 г.). В результате исследований установлено, что при недостатке влаги и высоких среднесуточных температурах сорта люпина белого, разнотипные по архитектонике, отличались скороспелостью, при этом отмечалось ускорение созревания в среднем на 35–38 дней.

В 2009, 2011–2012 гг., во второй половине вегетационного периода (после цветения), условия были особенно экстремальными для растений *L. albus* (засуха и высокие температуры воздуха) (табл. 2).

В 2009, 2011–2012 гг. отмечено одновременное созревание растений для сортов Старт, Гамма, Дельта и Дега. При этом период вегетации сокращался на 10–15 суток в сравнении с 2008 г. Установлено, что сортовая вариабельность продолжительности периода «Всходы-созревание» существенно (в 3 раза) ниже в сравнении с влиянием погодных условий в разные годы. При отборе перспективных генотипов по проанализированным показателям учитывали основные тенденции в селекции люпина, в первую очередь – генотипы с коротким вегетационным периодом, что является важным критерием для формирования продуктивности растений. Показатели продуктивности растений, их изменчивость определяющаяся генотипом, условия вегетации неразрывно связаны с потенциальной степенью адаптации сорта к меняющимся условиям.

Дефицит воды у *L. albus* вызывает тканеспецифические реакции, которые зависят от интенсивности стресса. Углеводный обмен очень чувствителен к изменениям водного статуса растения. Специфические реакции растений на дефицит воды зависят от количества и скорости потери воды, продолжительности стресса и стадии развития растения. Физиологические изменения, вызванные водным стрессом, подтверждают роль стебля люпина в адаптации растений как органа, запасующего влагу. Особенности архитектоники растений оказывали существенное влияние на величину и стабильность продуктивности, продолжительность вегетационного периода. Различия между изучаемыми сортами наблюдались после стадии бутонизации и сохранялись до конца вегетационного периода.

Урожайность всегда является компромиссом между продуктивностью и устойчивостью к неблагоприятным факторам окружающей среды. Погодные условия вегетации в годы эксперимента оказали существенное влияние на формирование и вариабельность урожайности (табл. 3). При этом отмечена прямая зависимость динамики сокращения вегетационного периода и урожайности.

Исследования позволили установить значительное разнообразие основных компонентов продуктивности генотипов люпина белого. Сорта характеризовались значительными различиями по высоте растений, количеству бобов, семян и массы семян. Повышение продуктивного потенциала генотипов зависело от количества бобов и семян на растении. Погодные условия в разные годы оказали сильное воздействие на уровень урожайности и ее вариабельность.

Таблица 2

Гидротермический коэффициент увлажнения (по данным метеостанции Мичуринского района Тамбовской области)

| Среднее значение | 2007 г. | 2008 г. | 2009 г. | 2010 г. | 2011 г. | 2012 г. | 2013 г. | 2014 г. | 2015 г. |
|------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 0,80 | 0,38 | 0,71 | 0,79 | 0,30 | 1,05 | 1,02 | 0,55 | 0,42 | 0,94 |

Урожайность семян сортов *L. albus*, т/га

| № | Год | Сорт | | | | | Средняя |
|---------|------|-------|-------|--------|------|---------|---------|
| | | Старт | Гамма | Дельта | Дега | Детер 1 | |
| 1 | 2007 | 2,40 | 2,38 | 2,67 | 2,34 | 2,26 | 2,41 |
| 2 | 2008 | 3,85 | 3,98 | 3,84 | 3,9 | 3,28 | 3,77 |
| 3 | 2009 | 3,45 | 3,43 | 4,16 | 3,78 | 3,19 | 3,60 |
| 4 | 2010 | 2,00 | 2,00 | 2,16 | 1,56 | 2,0 | 1,94 |
| 5 | 2011 | 3,58 | 3,16 | 3,07 | 3,53 | 3,58 | 3,38 |
| 6 | 2012 | 4,06 | 3,78 | 3,53 | 3,78 | 4,06 | 3,84 |
| 7 | 2013 | 2,00 | 2,31 | 2,11 | 2,17 | 2,07 | 2,13 |
| 8 | 2014 | 3,24 | 3,09 | 3,92 | 3,35 | 2,12 | 3,14 |
| 9 | 2015 | 3,82 | 5,54 | 6,10 | 5,89 | 4,00 | 5,07 |
| Средняя | | 3,16 | 3,30 | 3,51 | 3,37 | 2,95 | 3,26 |
| σ | | 0,76 | 1,02 | 1,16 | 1,19 | 0,80 | 0,93 |
| V% | | 24,2 | 30,8 | 33,1 | 35,4 | 27,1 | 28,5 |

Урожайность семян сортов *L. albus* в среднем за годы исследований изменялась от 2,4 до 6,1 т/га. Наиболее значимые результаты были получены в благоприятные по обеспеченности влагой годы исследований: 2009, 2011–2012, 2015 (ГТК более 0,79), когда урожайность в среднем по сортам составила 3,6; 3,38; 3,84; 5,07 т/га соответственно.

Селекция культур семейства Fabaceae, в том числе *L. albus*, позволила создать ценные в пищевом значении сорта, экологически пластичные, высокоустойчивые к абиотическим и биотическим стрессорам. При этом дальнейшее совершенствование сортов люпина белого продолжает оставаться важнейшей задачей ввиду меняющихся условий выращивания. Исследования по изучению семенной продуктивности *L. albus*, по оценке вариабельности ее компонентов в сравнении с сортом Дега (st) для новых сортов Тимирязевский и Гана в условиях экстремальных погодных условий позволили установить следующую закономерность: погодные условия в 2021 г. (ГТК 0,78) и 2022 г. (ГТК 1,1) при дефиците влаги в условиях повышенных температур воздуха характеризовались в отдельные периоды вегетации как стрессовые. Высокие температуры (до 35°С) вегетационного периода 2021 г. отмечены в фазу начала цветения и налива семян. Созревание растений установлено в первую декаду августа (на 30 дней раньше). В условиях 2022 г. регулярное выпадение осадков отмечалось в период до начала цветения, в последующие периоды (цветение-образование плодов) наблюдался тепловой стресс, что привело к низкому количеству завязавшихся бобов на боковых побегах (табл. 4).

Урожайность семян (биологическая), г/м²

| Год | Сорт | | | Средняя |
|--------------------|------|---------------|------|---------|
| | Дега | Тимирязевский | Гана | |
| Главный побег | | | | |
| 2021 | 365 | 401 | 369 | 378 |
| 2022 | 522 | 513 | 482 | 506 |
| средняя | 444 | 457 | 426 | 442 |
| σ | 79 | 79 | 80 | 64 |
| V% | 17,7 | 17,3 | 18,8 | 14,4 |
| Боковые побеги | | | | |
| 2021 | 81 | 122 | 135 | 113 |
| 2022 | 58 | 41 | 45 | 48 |
| средняя | 70 | 82 | 90 | 80 |
| σ | 16,3 | 57,3 | 63,6 | 45,7 |
| V% | 23,4 | 70,3 | 70,7 | 56,9 |
| Всего на растениях | | | | |
| 2021 | 446 | 526 | 504 | 492 |
| 2022 | 580 | 554 | 527 | 554 |
| средняя | 513 | 540 | 516 | 523 |
| σ | 94,8 | 19,8 | 16,3 | 43,6 |
| V% | 18,5 | 3,7 | 3,2 | 8,3 |

Биологическая урожайность новых сортов *L. albus* в годы исследований составила в 2021 и 2022 гг.: для сорта Тимирязевский – соответственно 526 и 554 г/м², для сорта Гана – 504 и 527 г/м². Количество бобов, сформировавшихся на главном побеге, обеспечило порядка 80% вклад в урожайность семян

Выводы

Исследованиями установлено, что созданные и адаптированные к условиям Центрально-Черноземного региона сорта люпина белого стабильно созревают, формируя урожайность зерна на уровне 3–5 т/га. Определены продолжительность

периодов и динамические параметры формирования урожая *L. albus* для каждого периода. Доказано, что фаза от раскрытия первого цветка до полного окончания цветения и образования плодов имеет решающее значение для формирования урожая. Детерминантные сорта люпина белого Тимирязевский и Гана формировали высокую биологическую урожайность: 540 г/м² (сорт Тимирязевский) и 516 г/м² (сорт Гана), проявляя значительную степень устойчивости к недостатку влаги и повышенным температурам в критические периоды формирования урожая.

Библиографический список

1. *Гатаулина Г.Г., Шитикова А.В., Медведева Н.В.* Адаптивная селекция люпина белого (*Lupinus albus* l) на устойчивость к абиотическим стрессорам // Проблемы селекции-2022: Тезисы докладов Международной научной конференции (Москва, 12–15 октября 2022 г.). – Москва: Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева, 2022. – С. 132.
2. *Гатаулина Г.Г., Шитикова А.В., Медведева Н.В.* Семенная продуктивность и адаптивность сортов люпина белого в условиях Центрально-Черноземного региона // Известия ТСХА. – 2022. – № 6. – С. 67–78. – DOI: 10.26897/0021-342X-2022-6-67-78.
3. *Alkemade J.A. et al.* The potential of alternative seed treatments to control anthracnose disease in white lupin // Crop Protection. – 2022. – Т. 158. – С. 106009.
4. *Bitarishvili S. et al.* Metabolic profiling reveals fumaric acid and GABA as possible markers of *Colletotrichum lupini* infection of white lupin // Physiological and Molecular Plant Pathology. – 2023. – Т. 128. – С. 102130.
5. *Borowska M., Prusiński J., Kaszkowiak E., Olszak G.* The yield of indeterminate and determinate cultivars of white lupin (*Lupinus albus* L.) depending on plant density // Acta Sci. Pol. Agric. – 2017. – № 16. – Pp. 59–66.
6. *Boudsocq S. et al.* Changes in belowground interactions between wheat and white lupin along nitrogen and phosphorus gradients // Plant and Soil. – 2022. – Т. 476, № 1–2. – С. 97–115.
7. *Boukid F., Pasqualone A.* Lupine (*Lupinus* spp.) proteins: Characteristics, safety and food applications // European Food Research and Technology. – 2022. – Т. 248, № 2. – С. 345–356.
8. *Georgieva N.A., Kosev V.I., Genov N.G., Butnariu M.* Morphological and biological characteristics of white lupine cultivars (*Lupinus albus* L.) // Rom. Agric. Res. – 2018. – № 35. – Pp. 109–119.
9. *Gresta F. et al.* White Lupin (*Lupinus albus* L.), an Alternative Legume for Animal Feeding in the Mediterranean Area // Agriculture. – 2023. – Т. 13, № 2. – С. 434.
10. *Jarecki W., Migut D.* Comparison of yield and important seed quality traits of selected legume species // Agronomy. – 2022. – Т. 12, № 11. – С. 2667.
11. *Jobert F. et al.* Auxin triggers pectin modification during rootlet emergence in white lupin // The Plant Journal. – 2022. – Т. 112, № 5. – С. 1127–1140.
12. *Jones R.A.C.* Host Resistance to Virus Diseases Provides a Key Enabler towards Fast Tracking Gains in Grain Lupin Breeding // Plants. – 2023. – Т. 12, № 13. – С. 2521.
13. *Keller J., Marmit S.P., Bunzel M.* Structural characterization of dietary fiber from different lupin species (*Lupinus* sp.) // Journal of Agricultural and Food Chemistry. – 2022. – Т. 70, № 27. – С. 8430–8440.
14. *Osorio C.E., Till B.J.* A bitter-sweet story: Unraveling the genes involved in quinolizidine alkaloid synthesis in *Lupinus albus* // Frontiers in Plant Science. – 2022. – Т. 12. – С. 795091.

15. *Panasiewicz K.* Chemical Composition of Lupin (*Lupinus* spp.) as Influenced by variety and tillage system // *Agriculture*. – 2022. – T. 12, № 2. – C. 263.
16. *Pecetti L. et al.* White lupin drought tolerance: Genetic variation, trait genetic architecture, and genome-enabled prediction // *International Journal of Molecular Sciences*. – 2023. – T. 24, № 3. – C. 2351.
17. *Pereira A., Ramos F., Sanches Silva A.* Lupin (*Lupinus albus* L.) seeds: Balancing the good and the bad and addressing future challenges // *Molecules*. – 2022. – T. 27, № 23. – C. 8557.
18. *Staniak M., Szpunar-Krok E., Kocira A.* Responses of soybean to selected abiotic stresses – Photoperiod, temperature and water // *Agriculture*. – 2023. – № 13. – C. 146.
19. Determining the Value of Novel Feedstuffs in Imperfect Markets, Taking *Lupinus albus* as an Example // *Agriculture*. – 2023. – T. 13, № 4. – C. 867.

POD FORMATION, SEED PRODUCTION AND YIELD
OF WHITE LUPINE (*LUPINUS ALBUS* L.) VARIETIES
WITH DETERMINANT GROWTH TYPE

G.G. GATAULINA, N.V. MEDVEDEVA, A.V. SHITIKOVA

(Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy)

*Long-term studies were carried out at the experimental base of the Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (Michurinsky district, Tambov region) in the conditions of the northern part of the Central Chernozem region. The breeding program to create new varieties of white lupine (*Lupinus albus* L.) of determinant type was carried out on leached chernozems and included studies to assess the effect of stress factors on the main dynamic parameters and seed productivity of varieties of white lupine selected by the RSAU – MTA. In the research in the conditions of 2021–2022 the new varieties of white lupine Timiryazevsky and Gana had a high level of adaptation potential in drought conditions: the yield was 540 g/m² (Timiryazevsky) and 516 g/m² (Gana).*

*Keywords: *Lupinus albus* L., varieties, variability, yield, dynamic parameters of crop formation, stress factors.*

References

1. *Gataulina G.G., Shitikova A.V., Medvedeva N.V.* Adaptive breeding of white lupine (*Lupinus albus* L.) for resistance to abiotic stressors. Problems of breeding – 2022: Abstracts of reports of the international scientific conference, Moscow, 12–15 October 2022. Moscow: Rossiyskiy gosudarstvenniy agrarniy universitet – MSKhA im. K.A. Timiryazeva, 2022:132. (In Russ.)
2. *Gataulina G.G., Shitikova A.V., Medvedeva N.V.* Seed productivity and adaptability of varieties of white lupin in the conditions of the Central Chernozem zone. *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy (TAA)*. 2022;1(6):67–78. (In Russ.) <https://doi.org/10.26897/0021-342X-2022-6-67-78>
3. *Alkemade J.A. et al.* The potential of alternative seed treatments to control anthracnose disease in white lupin. *Crop Protection*. 2022;158:106009.
4. *Bitarishvili S. et al.* Metabolic profiling reveals fumaric acid and GABA as possible markers of *Colletotrichum lupini* infection of white lupin. *Physiological and Molecular Plant Pathology*. 2023;128:102130.

5. Borowska M., Prusiński J., Kaszkowiak E., Olszak G. The yield of indeterminate and determinate cultivars of white lupin (*Lupinus albus* L.) depending on plant density. *Acta Sci. Pol. Agric.* 2017;16:59–66.
6. Boudsocq S. et al. Changes in belowground interactions between wheat and white lupin along nitrogen and phosphorus gradients. *Plant and Soil.* 2022;476(1–2):97–115.
7. Boukid F., Pasqualone A. Lupine (*Lupinus* spp.) proteins: Characteristics, safety and food applications. *European Food Research and Technology.* 2022;248(2):345–356.
8. Georgieva N.A., Kosev V.I., Genov N.G., Butnariu M. Morphological and biological characteristics of white lupine cultivars (*Lupinus albus* L.). *Rom. Agric. Res.* 2018;35:109–119.
9. Gresta F. et al. White Lupin (*Lupinus albus* L.), an Alternative Legume for Animal Feeding in the Mediterranean Area. *Agriculture.* 2023;13(2):434.
10. Jarecki W., Migut D. Comparison of yield and important seed quality traits of selected legume species. *Agronomy.* 2022;12(11):2667.
11. Jobert F. et al. Auxin triggers pectin modification during rootlet emergence in white lupin. *The Plant Journal.* 2022;112(5):1127–1140.
12. Jones R.A.C. Host Resistance to Virus Diseases Provides a Key Enabler towards Fast Tracking Gains in Grain Lupin Breeding. *Plants.* 2023;12(13):521.
13. Keller J., Marmit S.P., Bunzel M. Structural characterization of dietary fiber from different lupin species (*Lupinus* sp.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry.* 2022;70(27):8430–8440.
14. Osorio C.E., Till B.J. A bitter-sweet story: Unraveling the genes involved in quinolizidine alkaloid synthesis in *Lupinus albus*. *Frontiers in Plant Science.* 2022;12:795091.
15. Panasiewicz K. Chemical Composition of Lupin (*Lupinus* spp.) as Influenced by Variety and Tillage System. *Agriculture.* 2022;12(2):263.
16. Pecetti L. et al. White lupin drought tolerance: Genetic variation, trait genetic architecture, and genome-enabled prediction. *International Journal of Molecular Sciences.* 2023;24(3):2351.
17. Pereira A., Ramos F., Sanches Silva A. Lupin (*Lupinus albus* L.) seeds: Balancing the good and the bad and addressing future challenges. *Molecules.* 2022;27(23):8557.
18. Staniak M., Szpunar-Krok E., Kocira A. Responses of soybean to selected abiotic stresses – Photoperiod, temperature and water. *Agriculture.* 2023;13:146.
19. Tröster M., Heinz M., Durst L. Determining the Value of Novel Feedstuffs in Imperfect Markets, Taking *Lupinus albus* as an Example. *Agriculture.* 2023;13(4):867.

Сведения об авторах

Гатаулина Галина Глебовна, профессор кафедры растениеводства и луговых экосистем ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», д-р с.-х. наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное общеобразовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»; 127422, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: ggataulina@rgau-msha.ru; тел.: (499) 976–18–78

Шитикова Александра Васильевна, профессор кафедры растениеводства и луговых экосистем ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», д-р с.-х. наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное общеобразовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»; 127434, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: plant@rgau-msha.ru; тел.: (499) 976–13–75

Медведева Наталия Викторовна, ведущий научный сотрудник Центра зерновых бобовых культур и производства растительного белка ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», канд. с.-х. наук, Федеральное государственное бюджетное общеобразовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; 127434, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: plant@rgau-msha.ru; тел.: (499) 976–13–75

Galina G. Gataulina, DSc (Ag), Professor, Professor at the Department of Plant Production and Meadow Ecosystems, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49, Timiryazevskaya Str., Moscow, 127434, Russian Federation; phone: (499) 976–18–78; e-mail: ggataulina@rgau-msha.ru)

Aleksandra V. Shitikova, DSc (Ag), Professor, Professor at the Department of Plant Production and Meadow Ecosystems, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, (49, Timiryazevskaya Str., Moscow, 127434, Russian Federation; phone: (499) 976–13–75; e-mail: plant@rgau-msha.ru)

Nataliya V. Medvedeva, CSc (Ag), Leading Research Associate at the Center for Grain Legumes and Vegetable Protein Production, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49, Timiryazevskaya Str., Moscow, 127434, Russian Federation; phone: (499) 976–13–75; e-mail: plant@rgau-msha.ru)

ВЛИЯНИЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА ФОРМИРОВАНИЕ ХОЗЯЙСТВЕННО-ПОЛЕЗНЫХ ПРИЗНАКОВ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ ЦРНЗ

Б.Б. НАДЖОДОВ¹, В.С. РУБЕЦ¹, В.В. ПЫЛЬНЕВ¹, И.Н. ВОРОНЧИХИНА²

(¹РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева;
²ГБС РАН)

В статье приведены результаты изучения влияния метеорологических условий вегетации на формирование хозяйственно-полезных признаков коллекции сортов яровой пшеницы в 2021–2022 гг. Материалом являлись 15 сортов, созданных в различных экологических условиях, из которых сорт Злата использовался в качестве стандарта. Работа проведена в РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (полевые оценки в течение вегетации, анализ урожайности и ее структуры) и в Отделе отдаленной гибридизации ГБС РАН (лабораторные оценки качества зерна). Посевы размещались на Полевой опытной станции РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. Почвы дерново-подзолистые, супесчаные, суглинистые, бесструктурные. Площадь делянки – 1 м², повторность трехкратная, размещение рандомизированное. Использованы методы полевых оценок согласно методике государственного сортоиспытания, а также общепринятые лабораторные оценки. Метеорологические условия лет вегетации сильно различались по условиям теплообеспеченности и увлажнения. Первая половина вегетации 2021 г. была благоприятной для развития растений пшеницы. Период от цветения до созревания характеризовался жесткой засухой. В 2022 г. в целом условия вегетации были благоприятными. Наиболее урожайными были сорта Симбирцит (481 г/м²), Обская 2 (484 г/м²), Тобольская (512 г/м²), Маргарита (603 г/м²), Фаворит (505 г/м²) и Гранни (484 г/м²). Метеорологические условия ЦРНЗ, сложившиеся в 2021–2022 гг., оказали незначительное влияние на урожайность большинства сортов яровой пшеницы вследствие компенсационных механизмов. Только сорта Маргарита, Учитель и Ирень оказались отзывчивыми к дополнительному увлажнению. Сорта Саратовская 74, Симбирцит, Тюменская 29, Обская 2 и Тобольская характеризуются высокой устойчивостью к местным расам бурой ржавчины на естественном инфекционном фоне (7 баллов). Сорта Фаворит и Симбирцит иммунны к мучнистой росе (9 баллов). Сорта Симбирцит, Обская 2, Тобольская, Маргарита, Фаворит и Тризо обладают высокой устойчивостью к септориозу (7 баллов), и их можно использовать при создании исходного материала для селекции яровой пшеницы. Влияние метеорологических условий прослеживается для формирования продуктивной кустистости, числа и массы зерен с колоса, массы 1000 зерен и стекловидности. Засуха в фазу формирования и налива зерна снижала значения всех показателей. Натура является наиболее стабильным показателем физических свойств зерна. Наиболее скороспелыми являются сорта Злата и Ирень (продолжительность вегетационного периода – 79–81 и 76–79 дней соответственно). Наиболее позднеспелыми являются сорта Тобольская, Фаворит и Тризо (отстают от стандарта на 8, 10 и 16 дней соответственно). Высокая озерненность колоса наблюдалась у сортов Агата, Маргарита, Учитель, Фаворит и Грани (33–39 шт.) в условиях ЦРНЗ. В качестве морфологического маркера при отборе высокопродуктивных генотипов яровой пшеницы в ЦРНЗ можно использовать показатель массы зерна с колоса.

Ключевые слова: яровая пшеница, исходный материал, урожайность, сорта, селекция, ГТК, метеорологические условия, физические свойства зерна

Введение

Нечерноземная зона России характеризуется чрезвычайно богатым разнообразием агроклиматических условий. Традиционно она считается зоной избыточного увлажнения вследствие того, что при умеренной температуре воздуха количество выпавших осадков превышает испаряемость. Условия ЦРНЗ характеризуются продолжительностью безморозного периода, достаточной для созревания яровой пшеницы. В разных областях сумма активных температур воздуха (больше 10 °С) составляет от 1250–1300 до 1700–2200 °С. Для развития растений пшеницы достаточно 1300–1600 °С [7, 11, 16, 18]. Однако в различные годы могут наблюдаться сильные вариации температурных условий в течение периода вегетации пшеницы, которые оказывают решающее влияние на формирование элементов продуктивности растений, что в итоге приводит к сильной вариабельности урожайности и значений физических свойств зерна [18–23]. Нечерноземная зона характеризуется количеством осадков в среднем 520–550 мм, но может варьировать от 460–700 мм [12, 17]. Однако несмотря на общий избыток осадков в общем за вегетацию, часто они выпадают крайне неравномерно в различные декады месяца, что приводит к засухе либо в первой половине вегетации, либо во второй. Весенние засухи отмечаются каждый четвертый год, летние – каждые 5–7 лет [2, 4, 11]. Свою роль в формировании урожайности играют бедные гумусом подзолистые почвы, особенно в северных областях. Однако несмотря на это, высокая культура земледелия даже в таких условиях позволяет получать высокие урожаи зерна яровой пшеницы с приемлемым качеством [4, 14].

За последние 40 лет наблюдается общее потепление климата, в том числе в Московской области, на фоне его аридизации. В отдельные годы сумма активных температур повышается до 1950–2400 °С, а количество осадков может сокращаться до 190–230 мм. В итоге общий за вегетацию ГТК снизился с 1,4–1,6 до 1,1–1,4 [1, 5, 10]. Это ставит перед селекцией яровой пшеницы новые задачи по созданию сортов с высокой адаптацией к резким изменениям условий вегетации [18, 20]. Поскольку основой любого селекционного процесса является исходный материал, то его всестороннее изучение в изменчивых природно-климатических условиях способствует объективному подбору родительских форм для проведения скрещивания.

Цель исследований: оценить влияние метеорологических условий на развитие вегетативных признаков растения яровой пшеницы, устойчивость к абиотическим и биотическим стрессам, формирование урожайности и элементов ее структуры.

Материал и методы исследований

Материалом для работы послужили 13 образцов яровой мягкой пшеницы, созданных в различных селекционных учреждениях Российской Федерации, а также два зарубежных сорта. Их происхождение указано в таблице 1.

В качестве стандарта использован среднеранний высокоурожайный сорт Злата, созданный в ФИЦ «Немчиновка» для условий короткого вегетационного периода Центрального района Нечерноземной зоны. Этот сорт способен в условиях избыточного увлажнения формировать стабильно высокий урожай зерна высокого качества. Из данных таблицы 1 следует, что опытные сорта получены в различных научно-исследовательских институтах для соответствующих природно-климатических условий. Использование их в качестве исходного материала для селекции в ЦРНЗ требует внимательного изучения их поведения в условиях недостатка тепла и избыточного увлажнения.

Образцы яровой пшеницы, включенные в коллекцию в 2021–2022 гг.

| Сорт | Место создания | Группа спелости |
|--------------------|---|-----------------|
| Саратовская 74 | ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Юго-Востока» | Средне-спелый |
| Агата | ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Немчиновка», ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ» | Средне-спелый |
| Тулайковская 108 | ФГБНУ «Самарский федеральный исследовательский центр РАН», ФАНЦ Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого | Средне-спелый |
| Симбирцит | ФГБНУ «Самарский федеральный исследовательский центр РАН», ФГУП «Колос» | Средне-спелый |
| Тюменская 29 | ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Тюменский научный центр СО РАН» | Средне-спелый |
| Обская 2 | ФГБНУ ФИЦ «Институт цитологии и генетики СО РАН» | Средне-спелый |
| Тобольская | ФГБНУ «Федеральный Алтайский научный центр агробиотехнологий» | Средне-поздний |
| Злата | ФГБНУ ФИЦ «Немчиновка», ФГБНУ «Верхневолжский ФАНЦ» | Средне-ранний |
| Алтайская Жница | ФГБНУ «Федеральный Алтайский научный центр агробиотехнологий» | Средне-спелый |
| Маргарита | ФГБНУ «Самарский федеральный исследовательский центр РАН», АО «Приволжское» | Средне-спелый |
| Учитель | ФГБНУ «ФНЦ биологических систем и агротехнологий РАН» | Средне-спелый |
| Фаворит | ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Юго-Востока» | Средне-спелый |
| Гранни | SAATBAU LINZ EGEN (Австрия) | Средне-спелый |
| Тризо | DEUTSCHE SAATVEREDELUNG AG (DSV), Германия | Средне-поздний |
| Ирень | ФГБНУ «Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения РАН» | Ранне-спелый |

Данная работа была выполнена в РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. Посевы были проведены на Полевой опытной станции. Почвы станции характеризуются как дерново-подзолистые супесчаные и суглинистые, бесструктурные. Анализ урожайности и ее структуры проведен на кафедре генетики, селекции и семеноводства. Оценка физических свойств выполнена в отделе отдаленной гибридизации ГБС РАН. Данные по метеорологическим условиям предоставлены Метеорологической обсерваторией имени В.А. Михельсона. Элементы методики полевого опыта: площадь делянки – 1 м², повторность трехкратная, размещение систематическое. Агротехника – общепринятая для зоны. Посев проведен селекционной сеялкой СКС-6–10. Уборка – вручную, обмолот – на сноповой молотилке МПСУ-500. В течение вегетации проведены фенологические наблюдения, оценена устойчивость к полеганию (1 балл – полное полегание, 5 баллов – отсутствие полегания), к основным листовым болезням (1 балл – полная восприимчивость, 9 баллов – иммунитет) [9]. Произведена оценка физических свойств зерна: масса 1000 зерен – стандартным методом согласно ГОСТ ISO 520–2014 [8], натура – микрометодом при помощи селекционной микропурки [13], стекловидность – на электронном диафаноскопе «Янтарь».

Рассчитаны коэффициенты теплообеспеченности. Гидротермический коэффициент (ГТК) рассчитывали по Г.Т. Селянину. Согласно исследованиям Г.Т. Селянинова и С.А. Сапожниковой значения ГТК больше 1,6 соответствуют избыточному увлажнению; 1,6–1,3 – лесной влажной зоне; 1,3–1,0 – лесостепи, недостаточному увлажнению; 1,0–0,7 – степи, засушливой зоне; 0,7–0,4 – сухой степи (очень засушливой зоне); 0,4 и меньше – полупустыне и пустыне [15].

Экспериментальные данные обработаны при помощи однофакторного дисперсионного анализа [6].

Результаты и их обсуждение

В 2021 г. посев был проведен в рекордно поздний срок – 11 мая – вследствие чрезмерного увлажнения почвы при низкой температуре воздуха (рис. 1). Период от всходов до колошения характеризовался избыточным увлажнением при температурах, близких к среднемноголетним значениям. Такие условия способствовали нормальному росту и развитию растений пшеницы.

Расчет значений ГТК показал, что межфазный период от посева до всходов характеризовался сильным недостатком осадков (табл. 2). Однако в почве был достаточный запас влаги от предыдущих осадков. Этот период характеризовался достаточно высокой суммой активных температур (195,2 °С), что привело к быстрому появлению всходов. Межфазный период от всходов до колошения характеризовался средними значениями суммы активных температур и значительным увлажнением. ГТК за это период составил 1,9, что соответствует избыточному увлажнению [15, 16]. Фаза цветения проходила при высокой температуре и избыточной влажности (III декада июня). Формирование зерна совпало с жаркой засушливой погодой. Дальнейшее развитие зерна протекало при высокой температуре и недостаточном увлажнении, что сказалось на урожайности и качественных характеристиках зерна. В целом за вегетацию выпало 204 мм осадков при сумме активных температур 1540°С. ГТК составил 1,3, что соответствует недостаточному увлажнению.

В 2022 г. посев проведен в оптимальные сроки – 5 мая. Метеорологические условия практически соответствовали среднемноголетним значениям (рис. 1). Межфазный период от посева до всходов соответствовал условиям избытка влаги

при недостатке тепла. ГТК за этот период составил 1,6. Сумма активных температур была вдвое ниже, чем в 2021 г. Межфазный период от всходов до колошения характеризовался достаточным количеством осадков при пониженной температуре воздуха. ГТК за этот период составил 2,0, что соответствует избыточному увлажнению [16]. Такие условия способствовали затягиванию вегетации ввиду недостатка теплообеспеченности. Цветение происходило при жаркой и сухой погоде, зато формирование зерна – при избытке влаги. За период от колошения до полной спелости сумма осадков составила 87,2 мм, а сумма активных температур – 669 °С. ГТК за этот период составил 1,3, что соответствует недостаточному увлажнению. В целом за вегетацию выпало 208 мм осадков, что находится на уровне 2021 г. Сумма активных температур составила 1287 °С, что на 273 °С меньше, чем в 2021 г. ГТК за вегетационный период 2022 г. составил 1,6, что соответствовало избыточному увлажнению (табл. 2).

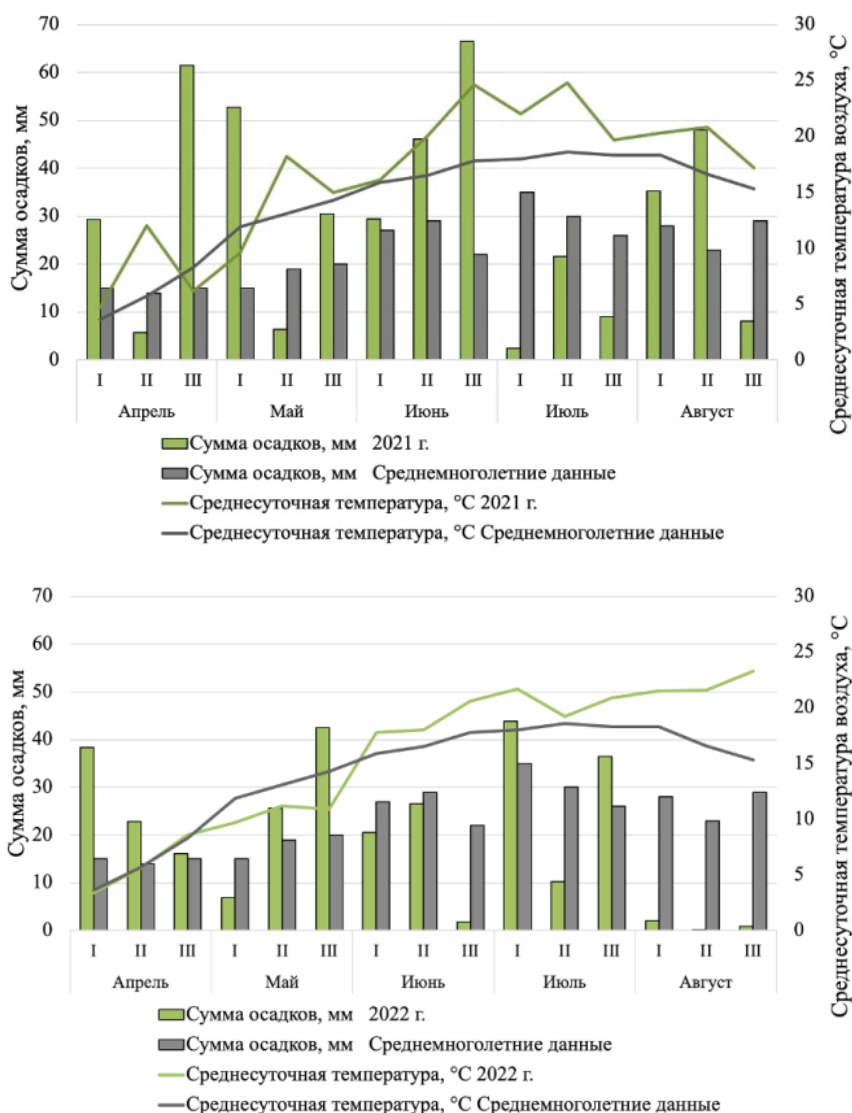


Рис. 1. Метеорологические условия в годы исследований (2021–2022 гг.)

Условия увлажнения и теплообеспеченности яровой пшеницы в 2021 и 2022 гг.

| Показатели увлажнения и теплообеспеченности | 2021 г. | 2022 г. |
|--|---------|---------|
| Сумма осадков, мм | | |
| Межфазный период от посева до всходов | 6,4 | 14,6 |
| Межфазный период всходы до колошения | 105,7 | 106,2 |
| Межфазный период от колошения до полной спелости | 91,9 | 87,2 |
| В целом за вегетацию | 204 | 208 |
| Сумма активных температур, °С | | |
| Межфазный период от посева до всходов | 195,2 | 90,6 |
| Межфазный период от всходов до колошения | 551,3 | 527 |
| Межфазный период от колошения до полной спелости | 794 | 669,2 |
| В целом за вегетацию | 1540,5 | 1286,8 |
| ГТК | | |
| Межфазный период от посева до всходов | 0,327 | 1,6 |
| Межфазный период от всходов до колошения | 1,9 | 2,0 |
| Межфазный период от колошения до полной спелости | 2,5 | 1,30 |
| В целом за вегетацию | 1,3 | 1,6 |

Подводя итоги рассмотрения метеорологических условий, можно отметить, что в оба года исследований осадки распределялись крайне неравномерно. Различные этапы развития растений проходили при резко различающихся условиях теплообеспеченности. В целом 2021 г. характеризовался как недостаточно увлажненный при высоких значениях суммы активных температур, а 2022 г. – как избыточно увлажненный при недостатке теплообеспеченности.

Метеорологические условия вегетации оказали существенное влияние на продолжительность межфазных периодов. Межфазный период от всходов до колошения в 2021 г. был примерно на неделю короче, чем в 2022 г. (табл. 3), а период от колошения до полной спелости – наоборот. За годы исследований стандарт Злата характеризовался наименьшей продолжительностью вегетационного периода в сравнении с другими сортами – 79–82 дня (табл. 3). Из представленного набора сортов со стандартом был сравним только сорт Ирень. Большинство сортов отставали от стандарта на 2–5 дней. Самыми позднеспелыми оказались сорта Тобольская, Фаворит и Тризо (отставали от стандарта на 8, 10 и 16 дней соответственно).

Высота растений яровой пшеницы в 2021 г. характеризовалась меньшей величиной, чем в 2022 г., и варьировала незначительно (от 65 до 90 см). Большинство сортов по высоте были равны стандарту. Только европейские сорта Гранни и Тризо оказались самыми низкостебельными (табл. 4). Несмотря на небольшую высоту растений, многие образцы характеризовались низкой устойчивостью к полеганию (Учитель, Саратовская 74 и Тобольская). Высокая устойчивость была отмечена у сортов Агата, Симбирцит, Маргарита, Гранни, Тризо и Ирень (табл. 4).

В 2022 г. большинство сортов имели высоту в пределах 100 см (70–96 см). Наиболее высокорослыми оказались сорта Маргарита и Учитель (выше 100 см). Эти сорта оказались неустойчивыми к полеганию.

Таблица 3

Продолжительность межфазных периодов и вегетации сортов яровой пшеницы за 2021–2022 гг.

| Сорт | Межфазный период, дней | | | | | | Продолжительность вегетационного периода в целом за вегетацию, дней | | |
|------------------|------------------------|---------|---------|-----------------------------|---------|---------|---|---------|---------|
| | Всходы – колошение | | | Колошение – полная спелость | | | | | |
| | 2021 г. | 2022 г. | среднее | 2021 г. | 2022 г. | среднее | 2021 г. | 2022 г. | среднее |
| Саратовская 74 | 34 | 45 | 40 | 49 | 39 | 44 | 83 | 84 | 84 |
| Агата | 36 | 47 | 42 | 46 | 39 | 43 | 82 | 86 | 84 |
| Тулайковская 108 | 37 | 47 | 42 | 45 | 38 | 42 | 82 | 85 | 84 |
| Симбирцит | 36 | 46 | 41 | 50 | 38 | 44 | 86 | 84 | 85 |
| Тюменская 29 | 35 | 45 | 40 | 49 | 38 | 44 | 84 | 83 | 84 |
| Обская 2 | 37 | 47 | 42 | 49 | 37 | 43 | 86 | 84 | 85 |
| Тобольская | 41 | 50 | 46 | 46 | 41 | 44 | 87 | 91 | 89 |
| Злата | 33 | 42 | 38 | 46 | 40 | 43 | 79 | 82 | 81 |
| Алтайская Жница | 36 | 47 | 42 | 48 | 38 | 43 | 84 | 85 | 85 |
| Маргарита | 36 | 46 | 41 | 49 | 45 | 47 | 85 | 91 | 88 |
| Учитель | 36 | 46 | 41 | 48 | 45 | 47 | 84 | 91 | 88 |
| Фаворит | 39 | 48 | 44 | 50 | 44 | 47 | 89 | 92 | 91 |
| Гранни | 35 | 46 | 41 | 48 | 45 | 47 | 83 | 91 | 87 |
| Тризо | 36 | 47 | 42 | 67 | 44 | 56 | 103 | 91 | 97 |
| Ирень | 34 | 42 | 38 | 42 | 40 | 41 | 76 | 82 | 79 |

**Характеристика сортов яровой пшеницы по стрессовым факторам,
2021–2022 гг.**

| Сорт | Высота растений, см | | | Устойчивость, балл | | | | | | | |
|------------------|------------------------|------|---------------------|--------------------|------|---------------------|----------------------|------|------------------|---------------------|------|
| | | | | к полеганию | | | к бурой ржавчине* | | к мучнистой росе | | |
| | 2021 | 2022 | среднее по годам | 2021 | 2022 | среднее по годам | 2021 | 2021 | 2022 | среднее по годам | 2021 |
| Саратовская 74 | 85 | 93 | 89 | 1 | 5 | 3 | 7 | 5 | 7 | 6 | 5 |
| Агата | 80 | 73 | 76 | 5 | 5 | 5 | 3 | 7 | 7 | 7 | 3 |
| Тулайковская 108 | 85 | 88 | 86 | 4 | 5 | 4,5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 3 |
| Симбирцит | 85 | 95 | 90 | 5 | 5 | 5 | 7 | 9 | 9 | 9 | 7 |
| Тюменская 29 | 85 | 85 | 85 | 4 | 5 | 4,5 | 7 | 7 | 9 | 8 | 5 |
| Обская 2 | 90 | 95 | 93 | 4 | 3 | 3,5 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 |
| Тобольская | 90 | 98 | 94 | 3,5 | 5 | 4,3 | 7 | 7 | 5 | 6 | 7 |
| Злата (st.) | 85 | 83 | 84 | 4 | 5 | 4,5 | 5 | 7 | 5 | 6 | 3 |
| Алтайская Жница | 90 | 95 | 93 | 4 | 5 | 4,5 | 5 | 7 | 5 | 6 | 5 |
| Маргарита | 85 | 103 | 94 | 5 | 3 | 4 | 5 | 7 | 5 | 6 | 7 |
| Учитель | 75 | 103 | 89 | 3 | 3 | 3 | 3 | 7 | 3 | 5 | 5 |
| Фаворит | 95 | 98 | 96 | 4 | 5 | 4,5 | 5 | 9 | 7 | 8 | 7 |
| Гранни | 65 | 70 | 68 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Тризо | 75 | 75 | 75 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 7 |
| Ирень | 80 | 88 | 84 | 5 | 5 | 5 | 5 | 3 | 5 | 4 | 3 |

*В 2022 г. отсутствовал естественный инфекционный фон по бурой ржавчине.

**В 2022 г. отсутствовал естественный инфекционный фон по септориозу.

Избыточное увлажнение в первой половине вегетации 2021 г. привело к развитию болезней (табл. 4). В этом году у всех сортов наблюдалось поражение бурой ржавчиной. Стандарт Злата характеризовался устойчивостью ниже средней (4–5 баллов). На уровне стандарта находились сорта Тулайковская 108, Алтайская Жница, Маргарита, Фаворит, Гранни, Тризо и Ирень. Сорта Агата и Учитель поразились сильнее (3 балла). Высокая устойчивость отмечена у сортов Саратовская 74, Симбирцит, Тюменская 29, Обская 2 и Тобольская (7 баллов). Сорта Фаворит и Симбирцит проявили иммунитет к мучнистой росе. Большинство сортов из изученного набора (в том числе стандарт) показали высокий уровень устойчивости к данной болезни (7 баллов). Только сорта Саратовская 74, Тулайковская 108, Гранни, Тризо и Ирень поразились в средней степени.

Септориоз – факультативный паразит. Заболевание септориозом проявляется не каждый год. В отчетный период болезнь проявилась только в 2021 г. У всех сортов была отмечена гетерогенность по устойчивости: высокая – у сортов Симбирцит, Обская 2, Тобольская, Маргарита, Фаворит и Тризо; остальные сорта поразились сильнее. В целом можно охарактеризовать сорта изученного набора как относительно устойчивые к местным расам патогенов.

В 2022 г. отсутствовал естественный инфекционный фон по бурой ржавчине: у всех сортов не выявлены признаки поражения. Поражение мучнистой росой в целом совпадало с оценками 2021 г.

Главным показателем, характеризующим любой сорт, является урожайность. Сорт-стандарт Злата в оба года исследований характеризовался стабильностью по формированию урожайности (420 г/м²). Большинство сортов имели урожайность на уровне стандарта (рис. 2). В 2021 г. достоверное превышение над стандартом отмечалось у сортов Обская 2 (500 г/м²), Тобольская (572 г/м²) и Фаворит (511 г/м²). Сорт Учитель оказался достоверно ниже стандарта вследствие полегания (312 г/м²). В 2022 г. из всех сортов выделился сорт Маргарита, сформировавший очень высокую урожайность, достоверно превысившую все сорта (717 г/м²). Размах варьирования значения у этого сорта оказался очень большим, вследствие чего были получены высокие значения наименьшей существенной разности, нивелировавшие различия между сортами. Такое же значение у сорта Маргарита получено для средней урожайности по годам (603 г/м²). В целом почти все изученные сорта яровой пшеницы, независимо от места происхождения и экологической группы, показали стабильно высокие значения урожайности в ЦРНЗ. Влияние метеоусловий сильнее всего сказалось на сортах Маргарита, Учитель и Ирень. У них в 2022 г. сформировалась более высокая урожайность в сравнении с 2021 г., что, возможно, говорит об их отзывчивости на улучшение условий вегетации. Такие результаты позволяют включать изученные сорта яровой пшеницы в скрещивание для создания нового исходного материала для селекции.

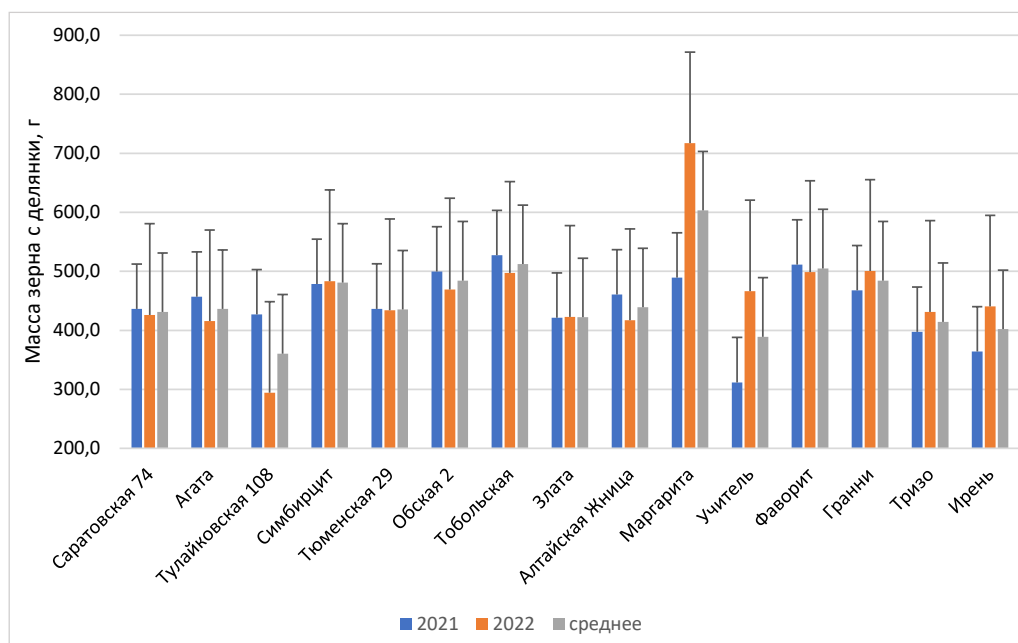


Рис. 2. Урожайность сортов яровой пшеницы за годы исследования и в среднем по годам (в качестве планки погрешности приведено значение НСР₀₅)

В статье представлены только элементы структуры урожая, которые часто имеют корреляции с урожайностью: продуктивная кустистость; число и масса зерен с колоса; масса 1000 зерен [3, 11].

Продуктивная кустистость в 2021 г. варьировала от 1,1 до 1,6 у разных сортов. Сорта Саратовская 74, Алтайская Жница и Фаворит раскустились сильнее других сортов. В 2022 г. условия вегетации были благоприятными для развития боковых побегов. Однако продуктивная кустистость оказалась ниже, чем в 2021 г., – в пределах 1,0–1,2 стебля на растение. Корреляционный анализ показал наличие средней положительной связи этого показателя с урожайностью (табл. 5).

В 2021 г. у всех сортов в колосе сформировалось невысокое число зерен (от 16 до 23 шт.). Очевидно, это явилось следствием засухи, которая наблюдалась непосредственно после цветения. Стандарт Злата в среднем сформировал 16,6 зерен в колосе. Остальные сорта отличались от стандарта несущественно, хотя абсолютные значения были невысокими. В 2022 г. число зерен с колоса у всех сортов было намного выше (24–39 шт.). У стандарта в среднем сформировалось 30 зерен в колосе. Сорта Агата, Маргарита и Учитель сформировали достоверно больше зерен в колосе. В среднем по годам озерненность колоса, достоверно превышающая стандарт, была у сортов Агата, Алтайская жница, Маргарита, Учитель, Фаворит и Гранни.

В 2021 г. в связи с внезапно наступившей засухой на фоне высокой температуры у всех сортов пшеницы наблюдалась щуплость зерна. Это сказалось на формировании массы зерна с колоса, массе 1000 зерен стекловидности. У всех сортов масса зерна с колоса не превышала 0,87 г. У стандарта масса зерна с колоса составила 0,64 г. Многие сорта (Симбирцит, Обская 2, Тобольская, Алтайская жница, Маргарита, Фаворит и Гранни) сформировали достоверно более высокие значения показателя (табл. 5). Масса 1000 зерен у большинства сортов не достигала 40 г. Только сорта Симбирцит, Обская 2 и Маргарита характеризовались массой 1000 зерен в пределах 42–43 г. Эти сорта созданы в научно-исследовательских учреждениях Сибири и характеризуются высокой засухоустойчивостью. Очевидно, что это свойство у них проявилось в засушливом 2021 г. У большинства сортов стекловидность зерна не превышала 50%, а максимальное значение достигало 65% у сорта Учитель.

В 2022 г. у всех сортов сформировалось число зерен в колосе, превышающее значения 2021 г. более чем в два раза. Здесь ярко проявилось влияние метеорологических условий. Все изученные сорта яровой пшеницы реагируют на засуху сбросом элементов продуктивности, уменьшением массы зерна с колоса и массы 1000 зерен. В 2022 г. все изученные сорта яровой пшеницы имели массу 1000 зерен, превышающую 40 г (табл. 5). Наиболее крупнозерными оказались сорта Саратовская 74, Симбирцит, Обская 2, Маргарита (масса 1000 зерен – выше 46 г).

В 2022 г. изученные сорта характеризовались высокой вариабельностью стекловидности зерна. Стекловидность, превышающая 60%, была отмечена у сортов Саратовская 74, Тулайковская 108, Тюменская 29, Учитель и Ирень. Данные сорта были созданы для засушливых зон. Несмотря на это они оказались способными формировать стекловидную консистенцию зерна в условиях повышенного увлажнения. У большинства сортов стекловидность варьировала от 40 до 57%.

Таким образом, выявлены сорта, способные в условиях высокого увлажнения формировать качественное зерно, и их можно использовать в селекции на качество. Особо можно отметить сорт Учитель, который в оба года исследований формировал зерно со стабильно высокой стекловидностью.

Многочисленные исследования формирования урожайности яровых зерновых культур показали влияние отдельных элементов структуры урожая на результирующий показатель. Как правило, это число и масса зерна с колоса [4, 10]. Наши

исследования также подтверждают, что такие элементы структуры, как число и масса зерна с колоса, положительно коррелируют с урожайностью. В оба года исследований выявлена средняя положительная корреляция между урожайностью, с одной стороны, и числом зерен с колоса и массой 1000 зерен – с другой (табл. 5). Более тесная достоверная положительная корреляционная зависимость выявлена между урожайностью и массой зерна с колоса.

Таблица 5

Элементы структуры урожая яровой пшеницы, 2021–2022 гг.

| № п/п | Число зерен с колоса, шт. | | | Масса зерна с колоса, г | | | Продуктивная кустистость | | |
|---|---------------------------|---------|------------------|-------------------------|---------|------------------|--------------------------|---------|------------------|
| | 2021 г. | 2022 г. | среднее по годам | 2021 г. | 2022 г. | среднее по годам | 2021 г. | 2022 г. | среднее по годам |
| Саратовская 74 | 16,4 | 28,7 | 22,5 | 0,57 | 1,31 | 0,94 | 1,6 | 1,1 | 1,4 |
| Агата | 21,3 | 39,0 | 30,2 | 0,69 | 1,55 | 1,12 | 1,3 | 1,2 | 1,2 |
| Тулайковская 108 | 16,8 | 24,0 | 20,4 | 0,66 | 1,04 | 0,85 | 1,1 | 1,1 | 1,1 |
| Симбирцит | 19,6 | 29,3 | 24,5 | 0,82 | 1,27 | 1,05 | 1,3 | 1,1 | 1,2 |
| Тюменская 29 | 17,2 | 29,0 | 23,1 | 0,65 | 1,23 | 0,94 | 1,3 | 1,1 | 1,2 |
| Обская 2 | 19,9 | 30,0 | 25,0 | 0,87 | 1,48 | 1,18 | 1,3 | 1,2 | 1,2 |
| Тобольская | 22,6 | 27,7 | 25,2 | 0,85 | 1,29 | 1,07 | 1,3 | 1,2 | 1,2 |
| Злата | 16,6 | 30,0 | 23,3 | 0,64 | 1,24 | 0,94 | 1,1 | 1,2 | 1,2 |
| Алтайская Жница | 20,4 | 26,7 | 23,5 | 0,78 | 1,27 | 1,03 | 1,5 | 1,2 | 1,4 |
| Маргарита | 19,5 | 37,0 | 28,3 | 0,84 | 1,75 | 1,30 | 1,2 | 1,2 | 1,2 |
| Учитель | 19,5 | 35,7 | 27,6 | 0,68 | 1,68 | 1,18 | 1,2 | 1,1 | 1,2 |
| Фаворит | 23,2 | 34,7 | 29,0 | 0,81 | 1,53 | 1,17 | 1,4 | 1,1 | 1,2 |
| Гранни | 23,5 | 33,0 | 28,2 | 0,87 | 1,46 | 1,17 | 1,3 | 1,1 | 1,2 |
| Тризо | 20,4 | 31,3 | 25,8 | 0,66 | 1,27 | 0,97 | 1,3 | 1,0 | 1,2 |
| Ирень | 19,0 | 31,0 | 25,0 | 0,72 | 1,25 | 0,99 | 1,2 | 1,1 | 1,2 |
| НСР ₀₅ | 7,0 | 4,6 | 3,8 | 0,12 | 0,25 | 0,26 | 0,2 | 0,1 | 0,2 |
| г Коэффициент корреляции урожайности и соответствующих элементов структуры | 0,439 | 0,600* | 0,413 | 0,640* | 0,724** | 0,715** | 0,305 | 0,268 | 0,320 |

*Коэффициенты корреляции достоверны на 5%-ном уровне значимости.

**Коэффициенты корреляции достоверны на 1%-ном уровне значимости.

Важным физическим свойством зерна, тесно коррелирующим с потребительскими качествами, является натура. В засушливом 2021 г. почти все сорта смогли сформировать зерно с достаточно высокими значениями этого показателя (781–796 г/л). Отдельные сорта сформировали высоконатурное зерно (свыше 785 г/л): Саратовская 74, Симбирцит, Тюменская 29, Тобольская, Злата, Маргарита, Учитель, Фаворит, Гранни, Тризо. В условиях избыточного увлажнения 2022 г. все сорта сформировали высоконатурное зерно (табл. 6). Максимальные значения в оба года исследований показали сорта Тобольская, Маргарита и Фаворит. Таким образом, физические свойства зерна, характерные для высококачественной пшеницы, вполне способны сформироваться в условиях высокого увлажнения.

Таблица 6

Характеристика физических свойств зерна яровой пшеницы, 2021–2022 гг.

| Сорт | Натура, г/л | | | Масса 1000 зерен, г | | | Стекловидность, % | | |
|--|-------------|-------|---------|---------------------|-------|---------|-------------------|--------|---------|
| | 2021 | 2022 | Среднее | 2021 | 2022 | Среднее | 2021 | 2022 | Среднее |
| Саратовская 74 | 796,0 | 817,9 | 807,0 | 34,6 | 46,2 | 40,4 | 50,0 | 84,3 | 67,2 |
| Агата | 766,7 | 803,7 | 785,2 | 32,3 | 39,5 | 35,9 | 48,3 | 55,6 | 52,0 |
| Тулайковская 108 | 782,3 | 809,9 | 796,1 | 39,4 | 44,6 | 42,0 | 49,3 | 64,2 | 56,8 |
| Симбирцит | 792,3 | 819,5 | 805,9 | 41,9 | 46,1 | 44,0 | 42,7 | 53,3 | 48,0 |
| Тюменская 29 | 795,7 | 822,1 | 808,9 | 38,0 | 41,0 | 39,5 | 47,7 | 60,4 | 54,0 |
| Обская 2 | 778,0 | 806,3 | 792,2 | 43,5 | 46,4 | 45,0 | 44,3 | 57,8 | 51,0 |
| Тобольская | 803,7 | 824,3 | 814,0 | 37,8 | 44,7 | 41,3 | 47,7 | 54,9 | 51,3 |
| Злата | 799,0 | 810,8 | 804,9 | 38,5 | 41,3 | 39,9 | 47,3 | 40,4 | 43,8 |
| Алтайская Жница | 781,3 | 811,1 | 796,2 | 38,6 | 45,8 | 42,2 | 52,3 | 55,3 | 53,8 |
| Маргарита | 802,3 | 815,2 | 808,8 | 43,3 | 49,9 | 46,6 | 64,3 | 37,8 | 51,0 |
| Учитель | 787,3 | 813,9 | 800,6 | 35,1 | 45,0 | 40,1 | 65,0 | 63,6 | 64,3 |
| Фаворит | 809,3 | 822,0 | 815,7 | 35,1 | 40,4 | 37,8 | 44,0 | 45,6 | 44,8 |
| Гранни | 785,5 | 815,3 | 800,4 | 37,2 | 44,4 | 40,8 | 41,3 | 36,9 | 39,1 |
| Тризо | 789,3 | 816,8 | 803,1 | 32,4 | 40,4 | 36,4 | 53,0 | 43,8 | 48,4 |
| Ирень | 781,3 | 813,7 | 797,5 | 38,1 | 40,1 | 39,1 | 52,3 | 66,1 | 59,2 |
| НСР ₀₅ | 12,9 | 15,3 | 11,3 | 2,5 | 2,1 | 4,2 | 8,3 | 11,8 | 22,8 |
| г Коэффициент корреляции урожайности и физических свойств зерна | 0,307 | 0,287 | 0,444 | 0,368 | 0,482 | 0,151 | -0,528* | -0,487 | -0,430 |

Выводы

1. Метеоусловия ЦРНЗ, сложившиеся в 2021–2022 гг., оказали незначительное влияние на урожайность большинства сортов яровой пшеницы – очевидно, вследствие компенсационных механизмов. Снижение озерненности колоса компенсировалось повышенной продуктивной кустистостью. Только сорта Маргарита, Учитель и Ирень оказались более отзывчивыми, чем остальные сорта, к дополнительному увлажнению.

2. Наиболее урожайными являются сорта Симбирцит (481 г/м²), Обская 2 (484 г/м²), Тобольская (512 г/м²), Маргарита (603 г/м²), Фаворит (505 г/м²) и Гранни (484 г/м²).

3. Влияние метеорологических условий прослеживается для формирования продуктивной кустистости, числа и массы зерен с колоса, массы 1000 зерен и стекловидности. Засуха в фазу формирования и налива зерна снижает значения всех показателей. Натура является наиболее стабильным показателем физических свойств зерна.

4. Наиболее скороспелыми являются сорта Злата и Ирень (продолжительность вегетационного периода – 79–81 и 76–79 дней соответственно), наиболее позднеспелыми – Тобольская, Фаворит и Тризо (отстают от стандарта на 8, 10 и 16 дней соответственно).

6. Сорта Саратовская 74, Симбирцит, Тюменская 29, Обская 2 и Тобольская характеризуются высокой устойчивостью к местным расам бурой ржавчины на естественном инфекционном фоне. Сорта Фаворит и Симбирцит иммунны к мучнистой росе. Сорта Симбирцит, Обская 2, Тобольская, Маргарита, Фаворит и Тризо обладают высокой устойчивостью к септориозу. Их можно использовать при создании исходного материала для селекции яровой пшеницы.

6. Высокая озерненность колоса характерна для сортов Агата, Маргарита, Учитель, Фаворит и Гранни (33–39 шт.) в условиях ЦРНЗ.

7. В качестве морфологического маркера при отборе высокопродуктивных генотипов яровой пшеницы в ЦРНЗ можно использовать показатель массы зерна с колоса.

Работа выполнена при поддержке Минобрнауки России в рамках соглашения № 075–15–2022–317 от 20 апреля 2022 г. о предоставлении гранта в форме субсидий из федерального бюджета на осуществление государственной поддержки создания и развития научного центра мирового уровня «Агротехнологии будущего».

Сотрудниками ГБС РАН исследования выполнены в рамках Госзадания ГБС РАН «Гибридизация у растений в природе и культуре: фундаментальные и прикладные аспекты» (№ 122042500074–5).

Библиографический список

1. Амунова О.С. Влияние метеорологических условий превегетации на урожайность и урожайные качества семян мягкой яровой пшеницы // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2019. – № 20 (5). – С. 437–446.

2. Ворончихина И.Н., Ворончихин В.В., Рубец В.С., Пыльнев В.В., Клепикова А.С. Оценка коллекции яровой мягкой пшеницы в условиях Центрального района Нечерноземной зоны России // Аграрный научный журнал. – 2021. – № 8. – С. 13–18.

3. Вьюшков А.А. Селекция яровой пшеницы в Среднем Поволжье. – Самара: СамЛюкс, 2004. – 223 с.
4. Давыдова Н.В., Казаченко О.А. и др. Исходный материал для селекции яровой мягкой пшеницы на урожайность и устойчивость к стрессовым факторам внешней среды в условиях Центрального Нечерноземья // Аграрная Россия. – 2021. – № 9. – С. 9–13.
5. Дорохов А.С., Бельшикина М.Е. Агроклиматическая характеристика регионов Нечерноземной зоны Российской Федерации и оценка пригодности для возделывания современных раннеспелых сортов сои // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – № 3 (55). – С. 34–39.
6. Доспехов Б.Д. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – М.: Альянс, 2014. – 351 с.
7. Левакова О.В., Дедушев И.А., Ерошенко Л.М. и др. Влияние агрометеорологических изменений климата на зерновую продуктивность ярового ячменя в условиях Нечерноземной зоны РФ // Юг России: экология, развитие. – 2022. – № 1 (62). – С. 128–135.
8. Межгосударственный стандарт ГОСТ ISO 520–2014. Зерновые и бобовые. Определение массы 1000 зерен. – М.: Стандартинформ, 2015. – 12 с.
9. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. 1. Общая часть / Под общ. ред. М.А. Федина. – М., 1985. – 270 с.
10. Михилев А.В. Потепление климата – конкурентное преимущество сельского хозяйства Российской Федерации // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2018. – № 7. – С. 70–73.
11. Неттевич Э.Д. Яровая пшеница в Нечерноземной зоне. – М.: Россельхозиздат, 1976. – 219 с.
12. Никифоров В.М. Комплексное влияние метеорологических условий и элементов технологии на фотосинтетическую деятельность посевов яровой мягкой пшеницы // Вестник Брянской ГСХА. – 2017. – № 6 (64). – С. 3–8.
13. Практикум по селекции и семеноводству полевых культур: Учебное пособие / Под ред. проф. В.В. Пыльнева. – СПб.: Изд-во «Лань», 2022. – 488 с.
14. Рубец В.С., Ворончихина И.Н., Пыльнев В.В. и др. Влияние метеорологических условий на качество зерна яровой пшеницы (*Triticum L.*) // Известия ТСХА. – 2021. – № 5. – С. 89–108.
15. Справочник агронома по сельскохозяйственной метеорологии. Нечерноземная зона Европейской части РФСР / Под. ред. И.Г. Грингофа. – Л.: Гидрометеиздат, 1986. – 518 с.
16. Чирков Ю.И. Агрометеорология: учебник. – Л.: Гидрометеиздат, 1986. – 294 с.
17. Шевелуха В.С. Рост растений и его регуляция в онтогенезе. Избранные сочинения. – Т. 1. – М.: Издательство ИТРК, 2016. – 594 с.
18. Hossain A., Sarker M., Hakim M., Lozovskaya M., Zvolinsky V. Effect of Temperature on Yield and Some Agronomic Characters of Spring Wheat (*Triticum aestivum L.*) Genotypes // International Journal of Agricultural Research, Innovation and Technology. – 2013. – Vol. 1 (1–2). – Pp. 44–54. <https://doi.org/10.3329/ijarit.v1i1-2.13932>.
19. Jiayu Z., Shiwei X., Ganqiong L., Yongen Z., Jianzhai W., Jiajia L. The Influence of Meteorological Factors on Wheat and Rice Yields in China // Crop Science. – 2018. – Vol. 58. – Pp. 837–852. <https://doi.org/10.2135/cropsci2017.01.0048>.
20. Moayedi S., Elias E., Manthey F. Effect of Weather on Grain Quality Traits of Durum Wheat Grown in the Northern Plains of USA // American Journal of Plant Sciences, 2021. – Vol. 12. – Pp. 1894–1911. <https://doi.org/10.4236/ajps.2021.1212131>.

21. Qing Huang, Li-min Wang, Zhong-xin Chen, Hang Liu. Effects of meteorological factors on different grades of winter wheat growth in the Huang-Huai-Hai Plain, China // *Journal of Integrative Agriculture*. – 2016. – Vol. 15, Iss. 11. – Pp. 2647–2657. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(16\)61464-8](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(16)61464-8).

22. Vida G., Szunics L., Veisz O. et al. Effect of genotypic, meteorological and agronomic factors on the gluten index of winter durum wheat // *Euphytica*. – 2014. – Vol. 197. – Pp. 61–71. <https://doi.org/10.1007/s10681-013-1052-6>.

23. Węgrzyn A., Klimek-Kopyra A., Dacewicz E., Skowera B., Grygierzec W., Kulig B., Flis-Olszewska E. Effect of Selected Meteorological Factors on the Growth Rate and Seed Yield of Winter Wheat – A Case Study // *Agronomy*. – 2022. – Vol. 12 (12). – P. 2924. <https://doi.org/10.3390/agronomy12122924>.

METEOROLOGICAL EFFECT ON THE FORMATION OF ECONOMIC TRAITS OF SPRING WHEAT IN THE CENTRAL NON-CHERNOZEM REGION

B.B. NADZHODOV¹, V.S. RUBETS¹, V.V. PYLNEV¹, I.N. VORONCHIKHINA²

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

²N.V. Tsitsin's Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences)

This article presents the results of the study of the meteorological effect of vegetation on the formation of economic traits of spring wheat in 2021–2022. Fifteen varieties, developed in the different ecological conditions, were selected as study material, among them Zlata was used as a standard. The research work was carried out at the Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (evaluation of field trials during vegetation, analysis of yield and its structure) and at the Department of Remote Hybridization of the N.V. Tsitsin's Botanical Garden of the Russian Academy of Science (laboratory evaluation of grain quality). The crops studied were grown at the Field Experiment Station of the Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy. The soil types were sod-podzolic, sandy loam, loamy, structureless. The plot size is 1 m², three replications, randomized arrangement. Methods of field evaluation according to the methodology of the State Variety Testing as well as generally accepted laboratory evaluations were used. The meteorological conditions during the summer growing season varied greatly in terms of the sum of active temperatures and humidity conditions. The first half of the growing season in 2021 was favorable for wheat plant development. The period from flowering to the grain maturity was characterized by severe drought. In 2022, growing conditions were generally favorable. Simbirskit (481 g/m²), Obskaya 2 (484 g/m²), Tobol'skaya (512 g/m²), Margarita (603 g/m²), Favorit (505 g/m²), Granni (484 g/m²) were the most productive varieties. The meteorological conditions of the Central Non-Chernozem region in 2021–2022 had an insignificant effect on the yields of most spring wheat varieties due to compensating mechanisms. Only the varieties Margarita, Uchitel' and Iren' were found to respond to the additional moisture. The varieties Saratovskaya 74, Simbirskit, Tyumenskaya 29, Obskaya 2, and Tobol'skaya are characterized by high resistance to local strains of brown rust under natural infection conditions (7 points). The varieties Favorit and Simbirskit are immune to powdery mildew (9 points). The varieties Simbirskit, Obskaya 2, Tobol'skaya, Margarita, Favorit and Trizo are highly resistant to septoriois (7 points). They can be used as source material for breeding spring wheat varieties. The meteorological effect is tracked for tillering productivity, number and weight of grains per ear, weight of 1000 grains and vitreousness. Drought during the grain formation and filling phase reduced the values of all indicators. Grain unit is the most stable indicator of grain physical properties. The earliest ripening varieties are Zlata and Iren' (the duration of vegetation is 79–81 and 76–79,

respectively). The latest ripening varieties are Tobol'skaya, Favorit and Trizo (8, 10 and 16 days after the standard, respectively). High grain content per ear was observed in the varieties Agata, Margarita, Uchitel', Favorit, Granni (33–39 pcs) in the conditions of the Central Non-Chernozem region. The indicator of grain weight per ear can be used as a morphological marker for selection of high-yielding genotypes of spring wheat in the Central Non-Chernozem region.

Key words: spring wheat, source material, yield, varieties, breeding, hydrothermal index, meteorological conditions, physical properties of grain.

References

1. Amunova O.S. Influence of weather conditions during the pre-vegetation period on productivity and yield qualities of soft spring wheat seeds. *Agricultural Science Euro-North-East*. 2019;20(5):437–446. (In Russ.) <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.5.437-446>
2. Voronchikhina I.N., Voronchikhin V.V., Rubets V.S., Pyl'nev V.V., Klepikova A.S. Evaluation of the spring soft wheat collection in the conditions of the Central region of the Non-Chernozem zone of Russia. *The Agrarian Scientific Journal*. 2021;(8):13–18. (In Russ.) <https://doi.org/10.28983/asj.y2021i8pp13-18>
3. V'yushkov, A.A. Breeding spring wheat in the Middle Volga region. Samara: SamLux, 2004:223. (In Russ.)
4. Davydova N.V., Kazachenko A.O., Shirokolava A.V., Rezepkin A.M., Nardid V.A., Romanova E.S., Sharoshkina E.E. Initial material for the selection of spring soft wheat for yield and resistance to stress factors of the external environment in the Central Non-Chernozem region. *Agrarnaya Rossiya*. 2021;9:9–13. (In Russ.) <https://doi.org/10.30906/1999-5636-2021-9-9-13>
5. Dorokhov A.S., Belyshkina M.E. Agroclimatic characteristics of regions of the Non-Black Soil zone of the Russian Federation and suitability estimation for cultivation of modern early soybean varieties. *Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy*. 2021;3(55):34–39. (In Russ.) <https://doi.org/10.18286/1816-4501-2021-3-34-39>
6. Dospikhov B.D. Field experiment technique (with the basics of statistical processing of research results). M.: Al'yans, 2014:351. (In Russ.)
7. Levakova O.V., Dedushev I.A., Eroshenko L.M. et al. Influence of agrometeorological climate changes on grain productivity of spring barley in the Non-Chernozem zone of the Russian Federation. *South of Russia: Ecology, Development*. 2022;1(62):128–135. (In Russ.) <https://doi.org/10.18470/1992-1098-2022-1-128-135>
8. Interstate standard GOST ISO 520–2014. Grains and legumes. Determination of the mass of 1000 grains. M.: Standartinform, 2015:12. (In Russ.)
9. Methodology for state variety testing of agricultural crops. Issue 1. Ed. by Fedin M.A. Moscow, 1985:270. (In Russ.)
10. Mikhilev A.V. Climate warming is a competitive advantage of agriculture in the Russian Federation. *Vestnik Kurskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii*. 2018;7:70–73. (In Russ.)
11. Nettevich E.D. Spring wheat in the Non-Chernozem zone. M.: Rossel'khozizdat, 1976:219. (In Russ.)
12. Nikiforov V.M. Complex influence of meteorological conditions and elements of technology on photosynthetic activity of spring wheat. *Vestnik Bryanskoy GSKHA*. 2017;6(64):3–8. (In Russ.)
13. Workshop on selection and seed production of field crops: Textbook. Ed. by Professor V.V. Pylnev. SPb.: Izd-vo "Lan", 2022:488. (In Russ.)

14. Rubets V.S., Voronchikhina I.N., Pyl'nev V.V., Voronchikhin V.V., Marenkova A.G. Effect of weather conditions on the quality of spring wheat grain (*Triticum* L.). *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy (TAA)*. 2021;(5):89–108. (In Russ.) <https://doi.org/10.26897/0021-342X-2021-5-89-108>
15. Handbook of an agronomist on agricultural meteorology. Non-chernozem zone of the European part of the RFSR. Ed. by I.G. Gringof. L.: Gidrometeoizdat, 1986:518. (In Russ.)
16. Chirkov Y.I. Agrometeorology. L.: Gidrometeoizdat, 1986:294. (In Russ.)
17. Shevelukha V.S. Plant growth and its regulation in ontogenesis. Selected works. Vol. 1. M.: Izdatel'stvo ITRK, 2016:594. (In Russ.)
18. Hossain A., Sarker M., Hakim M., Lozovskaya M., Zvolinsky V. Effect of Temperature on Yield and Some Agronomic Characters of Spring Wheat (*Triticum aestivum* L.) Genotypes. *International Journal of Agricultural Research, Innovation and Technology*. 2013;1(1–2):44–54. <https://doi.org/10.3329/ijarit.v1i1-2.13932>
19. Jiayu Z., Shiwei X., Ganqiong L., Yongen Z Jianzhai., W., Jiajia L. The Influence of Meteorological Factors on Wheat and Rice Yields in China. *Crop Science*. 2018;58:837–852. <https://doi.org/10.2135/cropsci2017.01.0048>
20. Moayedi S., Elias E., Manthey F. Effect of Weather on Grain Quality Traits of Durum Wheat Grown in the Northern Plains of USA. *American Journal of Plant Sciences*. 2021;12:1894–1911. <https://doi.org/10.4236/ajps.2021.1212131>
21. Qing Huang, Wang Li-min, Chen Zhong-xin, Liu Hang Effects of meteorological factors on different grades of winter wheat growth in the Huang-Huai-Hai Plain, China. / Huang Qing. *Journal of Integrative Agriculture*. 2016;15(11):2647–2657. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(16\)61464-8](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(16)61464-8)
22. Vida G., Szunics L., Veisz O. et al. Effect of genotypic, meteorological and agronomic factors on the gluten index of winter durum wheat. *Euphytica*. 2014;197:61–71. <https://doi.org/10.1007/s10681-013-1052-6>
23. Węgrzyn A., Klimek-Kopyra A., Dacewicz E., Skowera B., Grygierzec W., Kulig B., Flis-Olszewska E. Effect of Selected Meteorological Factors on the Growth Rate and Seed Yield of Winter Wheat – A Case Study. *Agronomy*. 2022;12(12):2924. <https://doi.org/10.3390/agronomy12122924>

Сведения об авторах

Наджодов Бобурджон Баходурович, младший научный сотрудник, НЦМУ Агротехнологии будущего, аспирант кафедры генетики, селекции и семеноводства РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева; 127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; тел.: (925) 465–79–73; e-mail: boburnajodov@gmail.com

Рубец Валентина Сергеевна, д-р биол. наук, профессор, профессор кафедры генетики, селекции и семеноводства РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева; 127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; тел.: (903) 128–12–97; e-mail: Valentina.rubets50@gmail.com

Пыльнев Владимир Валентинович, д-р биол. наук, профессор, профессор кафедры генетики, селекции и семеноводства РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева; 127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; тел.: (915) 093–07–85; e-mail: PYL8@yandex.ru

Ворончихина Ирина Николаевна, канд. биол. наук, научный сотрудник отдела отдаленной гибридизации ГБС РАН; 127276, Российская Федерация, г. Москва, ул. Ботаническая, 4; тел.: (999) 823–06–91; e-mail: yarinkapanfilova@gmail.com

Boburdzhon B. Nadzhodov, Junior Research Associate, World-Class Research Centre “Agrotechnology for Future” / Center of Advanced Agrotechnologies, post-graduate student of the Department of Genetics, Breeding and Seed Production, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49, Timiryazevskaya Str., Moscow, 127550, Russian Federation; phone: (925) 465–79–73; e-mail: boburnajodov@gmail.com)

Valentina S. Rubets, DSc (Bio), Professor, Professor at the Department of Genetics, Plant Breeding and Seed Production, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49, Timiryazevskaya Str., Moscow, 127550, Russian Federation; phone: (903) 128–12–97; e-mail: Valentina.rubets50@gmail.com)

Vladimir V. Pylnev, DSc (Bio), Professor, Professor at the Department of Genetics, Plant Breeding and Seed Production, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49, Timiryazevskaya Str., Moscow, 127550, Russian Federation; phone: (915) 093–07–85; e-mail: PYL8@yandex.ru)

Irina N. Voronchikhina, Csc (Bio), Research Associate, N.V. Tsitsin’s Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences (4, Botanicheskaya Str., Moscow, 127276, Russian Federation; phone: (999) 823–06–91, e-mail: yarinkapanfilova@gmail.com)

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ОБРАЗЦОВ КОЛЛЕКЦИИ \times TRITITRIGIA КАК ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА НА КАЧЕСТВО ЗЕРНА В СЕЛЕКЦИОННОМ ПРОЦЕССЕ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

О.А. ЩУКЛИНА¹, А.А. СОЛОВЬЕВ^{1,2}, С.В. ЗАВГОРОДНИЙ¹,
А.Д. АЛЕНИЧЕВА¹, В.Е. КВИТКО¹, Л.П. ИВАНОВА¹,
И.Н. КЛИМЕНКОВА¹, П.М. КОНОРЕВ¹, В.В. ПЫЛЬНЕВ³

(¹ Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН;

² Всероссийский центр карантина растений;

³ РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева)

В условиях Центрального Нечерноземья создание сортов пшеницы и тритикале, сочетающих стабильно высокую урожайность с качеством зерна, является одной из важнейших проблем селекции. Одним из решений может являться расширение генетического разнообразия новых сортов с помощью межвидовой и межродовой гибридизации. Трититригия (\times Trititrigia cziczinii Tzvel., 1973) – синтетическая зерновая культура ($2n = 56$), потенциальный донор хозяйственно-ценных признаков пшеницы. Исследования проведены в условиях дерново-подзолистых тяжелосуглинистых почв Московской области (2008–2014 гг.). Изучены образцы поздних поколений трититригии из современной коллекции отдела отдаленной гибридизации ГБС РАН по качеству зерна в разных метеорологических условиях. Результаты показывают, что большинство образцов (82%) обладает потенциально высоким содержанием белка, в среднем превышающим 13,5%. 10% образцов накапливают более 16% белка в зерне и могут быть вовлечены в селекционные программы. Изученные образцы превышают сорта озимой пшеницы Московская 39 и Заря по количеству клейковины в зерне и формируют от 32,6 до 52,0%. Они могут быть использованы для выращивания как в качестве самостоятельных сортов в целях получения сухой клейковины, так и в качестве родительских компонентов в скрещиваниях.

Ключевые слова: трититригия, селекция, белок, клейковина, сорт, пшенично-пырейные гибриды, отдаленная гибридизация

Введение

Селекция, направленная на увеличение урожайности сортов зерновых культур, достигла значительных результатов. Особенно резкий скачок урожайности зерновых на Европейской территории бывшего СССР произошел в период с 1947 по 1976 гг, составив с 5 до 20 ц/га и более [7]. Однако до сих пор не получено значительных результатов по созданию высокобелковых сортов пшеницы [3, 15, 17]. Известно, что увеличение содержания белка в зерна на 1% равноценно получению дополнительно 0,6–0,7 т/га зерна [16]. Отрицательная корреляция между урожайностью зерна и его качеством давно является проблемой, преодолеть которую непросто [1, 22]. Не только возросшая урожайность современных сортов, плохие агроклиматические условия и неудовлетворительная агротехника являются причиной низкого качества зерна. Основная причина заключается в полигенном характере детерминации признака и его высокой модификационной изменчивости.

Трититригия (\times Trititrigia cziczinii Tzvel.) ($2n = 56$) – это принципиально новая культура, которая сочетает высокую адаптивность и возможность получить в один полевой сезон урожай зерна и последующий урожай зеленой массы, обладающие высокой белковостью [8, 9, 19]. Еще в 30-е гг. прошлого века Н.В. Цициным установлено

высокое содержание белка и клейковины в зернах тех видов пырея, которые были вовлечены в скрещивания [4, 6, 18]. Способность диких злаков к накоплению высокого количества белка успешно передавалась по наследству новым линиям трититригии ($2n = 56$) и пшенично-пырейным гибридам ($2n = 42$). Одна из первых линий трититригии (многолетней пшеницы) – М2 – характеризовалась стекловидным зерном, содержанием белка 16,8–21,5% (у стандарта Мироновская 808–11,0–12,1%), содержанием клейковины 38–52% (у стандарта – 29–31%), но обладала низкой силой муки. В исследованиях, проведенных С.П. Долговой и В.И. Беловым в 1971–1975 гг. по изучению технологических свойств зерна сортов М115 и М706, было отмечено накопление белка 14,8–17,0% (для сравнения: у сорта озимой пшеницы Мироновская 808–13,2%), клейковины 28,9–32,8% (сорт Мироновская 808–26,4%). Авторы отмечают, что клейковина трититригии была среднего и удовлетворительного качества, а технологические свойства зерна зависели от погодных условий и уровня агротехники – так же, как и у многих видов пшеницы [5]. *Thinopyrum elongatum* (Host) D.R. Dewey, который был вовлечен в первые скрещивания для получения пшенично-пырейных гибридов, является носителем устойчивости к грибным болезням [11, 12, 20]. Кроме того, установлено, что этот вид может служить источником генетического разнообразия запасных белков в зерне – в частности, низкомолекулярных субъединиц глютеина (LMW-GS) [21, 24]. Однако при прямых скрещиваниях пшеницы с диплоидным *Th. elongatum* наблюдаются проблемы, выраженные низкой всхожестью семян первого поколения, низкой фертильностью гибридов F1, а также возможностью отбора новых линий только из поздних поколений. Можно избежать этих трудностей, вовлекая в селекционные программы, направленные на повышенное качество зерна, линии трититригии, обладающие потенциально высоким содержанием белка и клейковины в зерне. Трититригию можно выращивать и как самостоятельную культуру для получения качественного зерна.

Цель исследований: анализ образцов трититригии из современной коллекции отдела отдаленной гибридизации ГBS РАН, выращенных в разных метеорологических условиях, по содержанию белка и клейковины в качестве исходного материала для селекции.

Материал и методы исследований

Исследования проводились в отделе отдаленной гибридизации ФГБУН «Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН» в 2008–2014 гг. Объектами исследований являлись линии поздних поколений трититригии (\times *Trititrigia*) от многоступенчатых скрещиваний, проведенных в период с 1950 по 1993 гг. В качестве стандартов для описания образцов по качеству зерна были взяты сорта озимой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) Московская 39 и Заря. Сорт Московская 39 (Обрий \times Янтарная 50) включен в Госреестр по Центральному региону в 1999 г., отнесен к сильным пшеницам. Сорт Заря создан с участием в качестве родительского компонента пшенично-пырейного гибрида 599, включен в Госреестр по Северо-Западному, Центральному, Волго-Вятскому и Центрально-Черноземному регионам в 1978 г., отнесен к сильным пшеницам (Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию, 2023). Метеорологические условия в годы проведения исследований были разными по температурному режиму и количеству выпавших осадков. Для оценки увлажнения в течение вегетационного весенне-летнего периода трититригии использовали ГТК (гидротермический коэффициент Г.Т. Селянинова) – комплексный условный показатель увлажнения. Среднемноголетние показания ГТК за вегетацию озимых культур составили 1,5. Наиболее засушливым за период наблюдений был 2010 год с показателем ГТК 0,7 с мая по август. В период вегетации

трититригии наблюдалось длительное (более 50 дней) отсутствие осадков на фоне повышенной по сравнению со среднемноголетними наблюдениями температурой воздуха. В 2014 г. также наблюдались достаточно засушливые условия. ГТК за сезон составил 0,9. Наиболее увлажненным был 2008 год, когда ГТК составил 2,0.

Содержание белка и клейковины в зерне определяли в группе биохимического анализа отдела отдаленной гибридизации ГБС РАН. В связи с отсутствием стандарта на трититригию белок оценивали по Кьельдалю (ГОСТ 10846–91 «Зерно и продукты его переработки»), клейковину – в соответствии с ГОСТ 27839–88, после его замены – в соответствии с ГОСТ 27893–2013 «Мука пшеничная. Методы определения количества и качества клейковины». Полученные данные обрабатывали с помощью пакета программ MS Excel.

Результаты и их обсуждение

Образцы трититригии в среднем за 5 лет изучения имели от 10,2% (образец № 1788) до 18,7% (образец № 1867) белка. Для оценки характера распределения образцов в коллекции по содержанию белка все образцы были разбиты на группы: от минимального количества белка до максимального показателя с шагом в 1,0%.

Результаты показали, что 47,9% образцов трититригии из всех изученных содержат 13,0–13,9% белка (рис. 1). Равное количество образцов (по 26,8%) содержат 14,0–14,9 и 15,0–15,9% белка. При этом в коллекции есть образцы с содержанием белка ниже 13,0% (20 образцов из 100 изученных) и выше 15,0% (10 образцов). Сорта озимой пшеницы Московская 39 и Заря, у которых производили измерение содержания белка в эти же годы, в среднем содержали 11,6 и 11,7% белка соответственно.

Образцы трититригии с максимальным содержанием белка 17,5–17,7 и 18,4–18,7% имеют разное происхождение. Образцы № 1866 и № 1867 были получены при опылении озимого сорта пшеницы твердой Харьковская 909 пылью *Thinopyrum elongatum* (Host) D.R. Dewey с последующим беккроссом сортом Харьковская 909 и опылением следующего поколения пылью линии трититригии ЗП26. Образцы № 1878 и № 1873 получены при опылении линии трититригии М3202 пылью *Elymus canadensis* L. Эти образцы не имеют производственного значения по причине сильной позднеспелости, однако могут быть использованы в селекции на качество.

Урожайность образцов трититригии в среднем за годы исследований варьировала от 0,7 т/га (образец № 1744) до 4,1 т/га (образец № 1546). Урожайность сортов-стандартов озимой пшеницы в среднем за годы исследований составила 4,6 т/га у сорта Московская 39 и 4,2 т/га у сорта Заря. Было отмечено, что образцы, имеющие урожайность зерна до 1 т/га, составили в коллекции 4,3%. Начало многоступенчатой гибридизации для получения этих линий было начало в 1985–1990 гг. Линии (№ 1744, № 1774 и № 1770) имеют разное происхождение с участием сорта озимой твердой пшеницы Харьковская 909, сортов озимой мягкой пшеницы Мироновская 808 и Донская полукарликовая, сорта яровой мягкой пшеницы Ботаническая 2 и линий гибридного пырея *Th. glael*, полученного Н.В. Цициным для улучшения скрещиваемости. Все эти линии, как правило, имеют короткий колос (10–13,5 см), среднюю массу 1000 зерен 28–35 г. Такая урожайность зерна, вероятно, связана с позднеспелостью этих линий и высокой способностью к побегообразованию, в результате которой боковые побеги, образующиеся в течение всего вегетационного периода, не успевают созреть к началу уборки. 47,8% образцов коллекции имели среднюю урожайность от 2,00 до 2,98 т/га, линий с урожайностью зерна выше 3 т/га в коллекции было отмечено 13%, а также один образец с урожайностью 4,1 т/га. Коэффициент корреляции между средней урожайностью каждого образца и содержанием белка (r) составил 0,06.

Образцы с самой высокой урожайностью зерна 3,63; 3,88; и 4,11 т/га содержали 14,7; 13,2; 13,9% белка соответственно. При этом все образцы, содержащие от 15,8% белка и выше, обладали урожайностью, не превышающей 2,98 т/га. Интерес представляют образцы № 161, № 12 и № 5787, которые при урожайности 3,33; 3,31; 3,63 т/га имели высокое содержание белка в зерне: 15,7; 15,5; 14,7% соответственно, а также образец № 548, зерно которого независимо от метеорологических условий года стабильно содержало 16,2–16,6% белка при средней урожайности 2,59 т/га. В увлажненном 2009 г. содержание белка составило 16,2%, а в засушливые 2010 и 2014 гг. – 16,3 и 16,5% соответственно. Способность к накоплению высокого содержания белка в зерне сорта трититригии Памяти Любимовой была подтверждена в испытаниях, проведенных в условиях Ростовской области в 2020–2022 гг. Содержание белка при этом составило 18,6–19,7% (у сорта озимой пшеницы Станичная – 13,8–14,2%) [23].

Относительно зерна трититригии в настоящее время не существует ГОСТа, поэтому сравнение проводили в соответствии с ГОСТ 9353–2016 «Пшеница», согласно которому в зерне 1 класса должно содержаться не ниже 14,5% белка. Этому показателю соответствует 43,9% образцов коллекции трититригии. Пшеница 2 класса должна содержать не ниже 13,5% белка. Этому классу по белку соответствует 19,2% образцов коллекции. Пшеница 3 класса должна содержать не ниже 12,0% белка, чему соответствуют 33,3% образцов коллекции; 3,5% образцов соответствуют зерну 4 класса.

Н.В. Цидин в своих работах неоднократно сообщал, что зерно полученных им зернокармливых гибридов (108 и А-10/2) (трититригия зернокармливого направления) содержит 53–55% клейковины, тогда как в лучших сортах твердой пшеницы того времени она составляла 40–42% [14]. В зернокармливом сорте трититригии Отрас- тающая 38 содержание сырой клейковины в зерне, по данным авторов, составило 39,7%, в то время как в сорте озимой пшеницы Мироновская 808–31,3%. В отдельные годы содержание клейковины достигало 44%. Однако она относилась к III группе, то есть отличалась слабой упругостью и сильной растяжимостью [2].

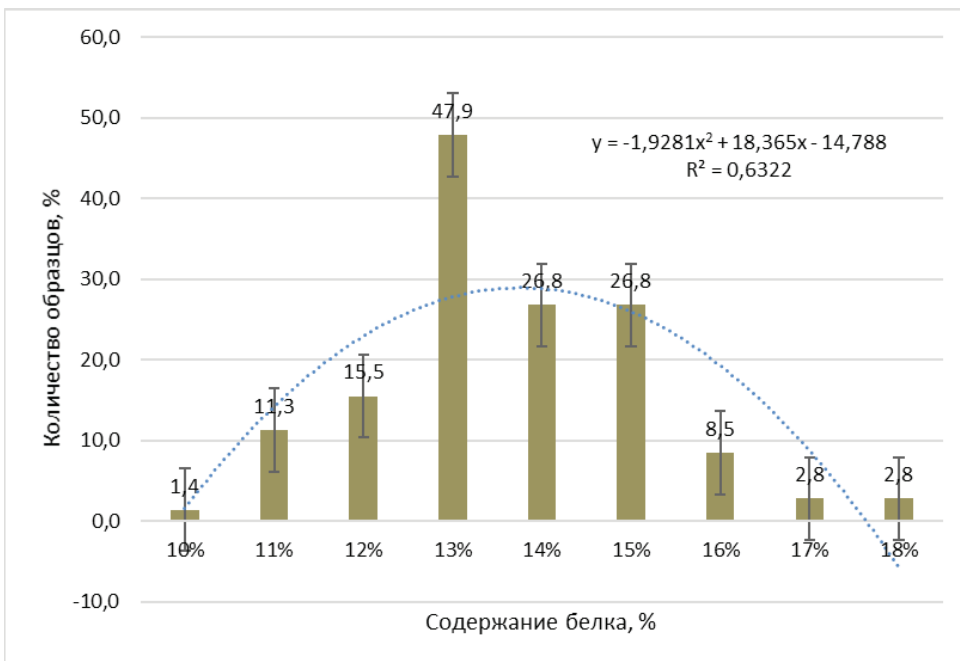


Рис. 1. Распределение образцов трититригии по содержанию белка, %

Селекционный процесс в отделе отдаленной гибридизации ГБС РАН в последние годы был направлен на получение линий трититригии с высоким качеством зерна. Три сорта трититригии, проходившие государственное сортоиспытание в конце 1990-х гг. (Зернокормовая 169, Останкинская и Истра 1), превосходили сорт-стандарт озимой пшеницы Заря по содержанию клейковины на 10% и выше. Выход муки из зерна трититригии этих сортов был меньше, чем у озимой пшеницы, и по общей хлебопекарной оценке они были равноценны сорту Заря [6].

Анализ образцов современной коллекции трититригии показал, что по количеству сырой клейковины современные образцы превосходят ранее полученные (рис. 2).

Размах варьирования по признаку «Содержание сырой клейковины» составил от 32,6% (образец № 1879) до 52,0% (образец № 5787). Коэффициент вариации составил 10%. 43,5% образцов из всех изученных содержали 40–45% сырой клейковины. Увеличенное содержание клейковины до 45–50% наблюдается у небольшого числа образцов (10,8%). Однако и образцов с содержанием клейковины от 32,6 до 34,1% в коллекции также немного – всего 5,4%. Согласно ГОСТ 9353–2016 «Пшеница» зерно 1 класса должно содержать не ниже 32% клейковины. Все образцы коллекции характеризуются содержанием клейковины выше этого показателя. Сорта озимой пшеницы Московская 39 и Заря также показали высокое содержание сырой клейковины – в среднем 32,2 и 33,7% соответственно. Однако они не превосходили исследуемые образцы по этому показателю.

По качеству клейковины все образцы трититригии, включая сорта-стандарты озимой пшеницы, относятся ко II группе, то есть, несмотря на высокое содержание клейковины, образцы трититригии нельзя отнести к зерну 1 класса – их можно отнести только ко 2 и 3 классам. Благодаря превосходной способности к накоплению клейковины их можно использовать для получения сухой клейковины.

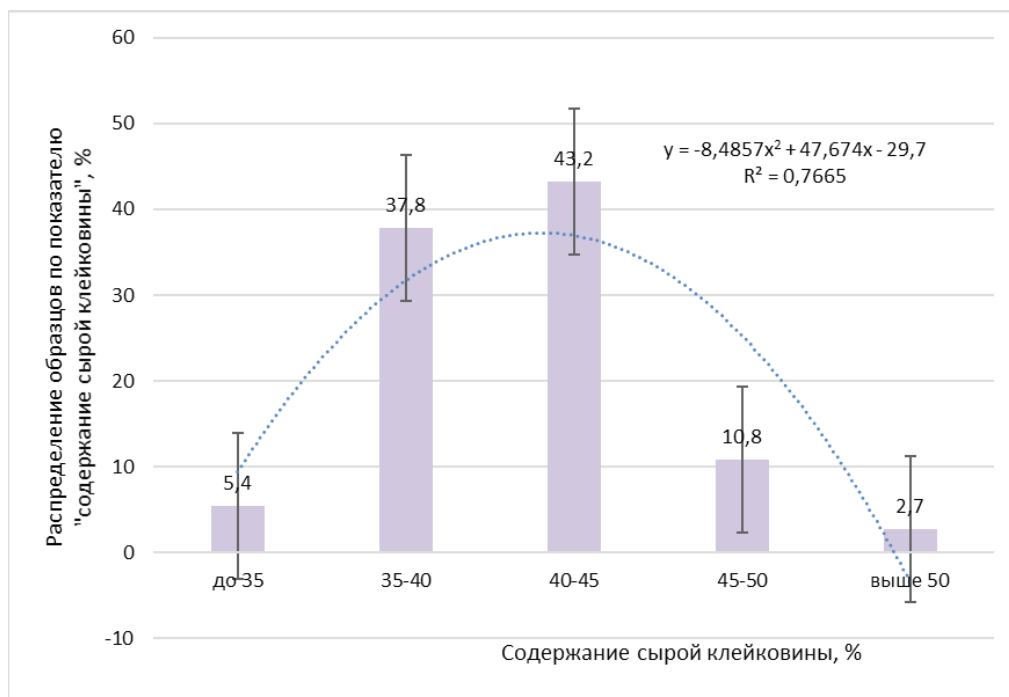


Рис. 2. Распределение образцов трититригии по содержанию сырой клейковины, %

Сухая клейковина – это полностью натуральный функциональный продукт, который получают методом экстракции небелковых и растворимых белковых веществ из зерна пшеницы. Она используется при производстве пищевых продуктов для обогащения их белком в целях оптимизации рациона питания, а также улучшения хлебопекарных свойств муки, в том числе из зерна тритикале [10, 13].

Образцы трититригии, обладающие высоким содержанием сырой клейковины, могут быть использованы для их выращивания как в качестве самостоятельных сортов в целях получения сухой клейковины, так и в качестве родительского компонента в скрещиваниях. В этом смысле наиболее интересны образцы, сформировавшие выше 45% сырой клейковины в зерне: № 1690 (45,7%), № 3305 (46,0%), № 77 (47,0%), № 168 (47,8%), а также образец № 5787, имеющий 52,0% клейковины.

Выводы

Анализ линий современной коллекции трититригии показал, что изученные образцы обладают высоким содержанием белка и сырой клейковины в зерне и могут быть вовлечены в селекционные программы на повышение качества зерна пшеницы и тритикале. Наиболее перспективными линиями являются № 161 (15,7%), № 12 (15,5%), № 5787 (14,7%), отличающиеся высокой урожайностью и повышенным содержанием белка. Стабильно высокое содержание белка в разных метеорологических условиях наблюдалось у образца № 548 (16,4%). Среднее содержание белка выше 16% было отмечено у образцов № 1791 (16,0%), № 166 (16,1%), № 1754 (16,3%), № 1780 (16,3%), № 1866 (17,5%), № 1878 (17,7%), № 1873 (18,4%) и № 1867 (18,7%).

Изученные образцы трититригии способны накапливать от 32,6 до 52,0% клейковины. Особенно выделяется по этому признаку образец № 5787, имеющий 52% клейковины и 14,7% белка, при этом формирующий высокую урожайность зерна – 3,63 т/га. Образец № 548 с самым высоким содержанием белка (16,4%) имеет среднюю урожайность зерна 2,59 т/га.

Работа выполнена в рамках ГЗ ГБС РАН «Гибридизация у растений в природе и культуре: фундаментальные и прикладные аспекты» № Госрегистрации 122042500074–5.

Библиографический список

1. Амелин А.В., Чекалин Е.И. и др. Биохимические показатели качества зерна у современных сортов яровой пшеницы // Вестник аграрной науки. – 2019. – № 2 (77). – С. 3–11.
2. Гибриды отдаленных скрещиваний и полиплоиды; Ред. коллегия: Н.В. Цицин, В.Ф. Любимова, М.А. Махалин / Главный ботанический сад. – М.: Изд-во Академии наук СССР, 1963. – 204 с.
3. Гольдварг Б.А., Боктаев М.В., Боровик А.Н. Использование шарозерной пшеницы (*T. Sphaerococcum*) в селекции озимой мягкой на повышение качества // Зерновое хозяйство России. – 2022. – № 1(79). – С. 35–38.
4. Гончаров Н.П. От пырейно-пшеничных и горохо-акациевых гибридов до многолетней пшеницы: к юбилею академика Н.В. Цицина // Письма в Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2023. – № 9 (3). – С. 132–161.
5. Долгова С.П., Кахриманова Н.Н., Кузнецова Н.Л. и др. Пшенично-пырейные гибриды – источник высокобелковости и хороших хлебопекарных свойств в селекции пшеницы на качество // Плодоводство и ягодоводство России. – 2009. – Т. 21. – С. 341–346.

6. Долгова С.П., Кузнецова Н.Л., Калмыкова Л.П. Технологические свойства зерна промежуточных пшенично-пырейных гибридов // Проблемы интродукции растений и отдаленной гибридизации: Сборник трудов Международной конференции, посвященной 100-летию со дня рождения академика Н.В. Цицина. – М., 1998. – С. 309–310.
7. Жученко А.А. Ресурсный потенциал производства зерна в России (теория и практика). – М.: Агрорус, 2004. – 1109 с.
8. Завгородний С.В., Иванова Л.П., Аленичева А.Д. и др. Морфобиологические и хозяйственно-ценные особенности образцов из современной коллекции трититригии (*×Trititrigia cziczinii* Tzvel.) ГБС РАН // Овощи России. – 2022. – № 2. – С. 10–14.
9. Иванова Л.П., Щуклина О.А., Ворончихина И.Н., Ворончихин В.В., Завгородний С.В., Энзекрей Е.С., Комкова А.Д., Упелниек В.П. Перспективы использования новой сельскохозяйственной культуры трититригии (*×Trititrigia cziczinii* Tsvelev) в кормопроизводстве // Кормопроизводство. – 2020. – № 10. – С. 13–16.
10. Колпакова В.В., Зайцева Л.В., Ванин С.В. и др. Сухая пшеничная клейковина: функциональные свойства, перспективы применения // Пищевая промышленность. – 2010. – № 4. – С. 56–59.
11. Коростылева Т.В., Шиян А.Н., Одинцова Т.И. Генетический ресурс пырея *Thinopyrum elongatum* (Host) D.R. Dewey в селекционном улучшении пшеницы // Генетика. – 2023. – Т. 56 (10). – С. 1112–1119.
12. Мартынов С.П., Добротворская Т.В., Крупнов В.А. Генеалогический анализ использования двух видов пырея (*AGROPYRON*) в селекции мягкой пшеницы (*TRITICUM AESTIVUM* L.) на устойчивость к болезням // Генетика. – 2016. – Т. 52, № 2. – С. 179–188.
13. Погонец Е.В. Влияние сухой пшеничной клейковины на качество пшенично-тритикалевого хлеба // Техника и технологии пищевых производств. – 2014. – № 2. – С. 61–64.
14. Цицин Н.В. Проблемы отдаленной гибридизации / Под ред. акад. Н.В. Цицина. – М.: Наука, 1979. – 270 с.
15. Рубец В.С., Ворончихина И.Н., Пыльнев В.В., Ворончихин В.В. Влияние метеорологических условий на качество зерна яровой пшеницы (*Triticum* L.) // Известия ТСХА. – 2021. – № 5. – С. 89–108.
16. Сандухадзе Б.И. Селекция озимой пшеницы – важнейших фактор повышения урожайности и качества // Достижения науки и техники в АПК. – 2010. – № 11. – С. 4–6.
17. Сандухадзе Б.И., Кочетыгов Г.В., Рыбакова М.И. и др. Сортимент озимой мягкой пшеницы для Центрального региона России с повышенным потенциалом продуктивности и качества // Вестник Орел ГАУ. – 2012. – С. 16–20.
18. Цицин Н.В. Многолетняя пшеница. – М.: Наука, 1978. – 287 с.
19. Щуклина О.А., Завгородний С.В., Аленичева А.Д., Иванова Л.П., Квитко В.Е., Пыльнев В.В., Упелниек В.П. Связь элементов структуры колоса с продуктивностью растений образцов *×Trititrigia cziczinii* Tzvel. // Известия ТСХА. – 2022. – № 5. – С. 57–69.
20. Ceoloni C., Forte P., Kuzmanovic L., Tundo S., Moschetti I., De Vita P., Virili M., D'Ovidio R. Cytogenetic mapping of a major locus for resistance to Fusarium headblight and crown rot of wheat on *Thinopyrum elongatum* 7EL and its pyramiding with valuable genes from a Th. ponticum homoeologous arm onto bread wheat 7DL // Theor. Appl. Genet. – 2017. – V. 130. – Pp. 2005–2024.
21. Ge W., Gao Y., Xu S., Wang H., Kong L., Sun S. Genome-wide identification, characteristics and expression of the prolamin genes in *Thinopyrum elongatum* // BMC Genomics. – 2021. – V. 22 (1). – P. 864.
22. Haunold A., Jonson V.A., Schmidt V.W. Variation in protein content of the grain in four varieties *Triticum aestivum* // Agronomy Journal. – 1962. – V. 54, № 2. – P. 134.

23. Lachuga Yu., Meskhi B., Pakhomov V., Semenikhina Yu., Kambulov S., Rudoy D., Maltseva T. Experience in the Cultivation of a New Perennial Cereal Crop – Trititrigia in the Conditions of South of the Rostov Region // *Anriculture*. – 2023. – № 13 (3). – P. 605.

24. Luo Z., Chen F., Feng D., Xia G. LMW-GS genes in *Agropyron elongatum* and their potential value in wheat breeding // *Theoretical and applied genetics*. – 2005. – V. 111 (2). – Pp. 272–280.

EVALUATION OF INFLUENCE OF SAMPLES OF THE ×TRITITRIGIA COLLECTION AS SOURCE MATERIAL FOR GRAIN QUALITY IN THE BREEDING PROCESS OF GRAIN CROPS

O.A. SHCHUKLINA¹, A.A. SOLOVIEV^{1,2}, S.V. ZAVGORODNIY¹, A.D. ALENICHEVA¹,
V.E. KVITKO¹, L.P. IVANOVA¹, I.N. KLIMENKOVA¹, P.M. KONOREV¹, V.V. PYLNEV³

¹N.V. Tsitsin's Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences;

²All-Russian Plant Quarantine Center;

³Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy)

In the conditions of the Central Non-Chernozem region, the development of wheat and triticale varieties combining stable high yields and grain quality is one of the most important breeding problems. One of the solutions may be to increase the genetic diversity of new varieties through interspecific and intergeneric hybridization. Trititrigia (×Trititrigia cziczinii Tzvel., 1973) is a synthetic grain crop (2n=56), a potential donor of economically valuable traits of wheat. The studies were carried out in the conditions of sod-podzolic heavy loamy soils of the Moscow region (2008–2014). Samples of late generations of trititrigia from the modern collection of the Department of Remote Hybridization of the MBG RAS on grain quality were studied. The results show that most of the samples (82%) have a potentially high protein content exceeding 13.5%. 10% of the samples accumulate more than 16% protein in grain and can be included in breeding programs. The studied samples exceed the varieties Moskovskaya 39 and Zarya in the amount of gluten in grain and form from 32.6 to 52.0% and can be used both for cultivation as independent varieties for dry gluten production and as parent components in crosses.

Keywords: Trititrigia, breeding, protein, gluten, variety, wheat-wheatgrass hybrids, distant hybridization.

The work was carried out within the framework of the GBS RAS “Hybridization in plants in nature and culture: fundamental and applied aspects”, State Registration no. 122042500074–5.

References

1. Amelin A.V., Chekalin E.I. et al. Biochemical indicators of quality of grain in modern varieties of spring wheat. *Bulletin of Agrarian Science*. 2019;2(77):3–11. (In Russ.)
2. Hybrids of distant crosses and polyploids. Ed.call.: N.V. Tsitsin, V.F. Lyubimova, M.A. Makhalin. M.: Izd-vo Akad.nauk SSSR Glavnny bot.sad, 1963:204. (In Russ.)
3. Goldvarg B.A., Boktaev M.V., Borovik A.N. Triticale haploidy in vitro (literature review). *Grain Economy of Russia*. 2022;1(79):35–38. (In Russ.)

4. Goncharov N.P. From wheatgrass-wheat and pea-acacia hybrids to perennial wheat: to the anniversary of Academician Nikolai V. Tsitsin. *Letters to the Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2023;9(3):132–161. (In Russ.)
5. Dolgova S.P., Kakhriyanova N.N., Kuznetsova N.L. et al. Wheat-wheatgrass hybrids as a source of high protein content and good baking properties in wheat breeding for quality. *Pomiculture and Small Fruits Culture in Russia*. 2009;21:341–346. (In Russ.)
6. Dolgova S.P., Kuznetsova N.L., Kalmykova L.P. Technological properties of grain of intermediate wheat-wheatgrass hybrids. Problems of plant introduction and distant hybridization: proceedings of the International Conference Dedicated to the 100th Anniversary of Academician N.V. Tsitsin. Moscow, 1998:309–310. (In Russ.)
7. Zhuchenko A.A. Resource potential of grain production in Russia. M.: Izd-vo “Agrorus”, 2004:1109. (In Russ.)
8. Zavgorodny S.V., Ivanova L.P., Alenicheva A.D., Shchuklina O.A., Kvitko V.E., Klimenkova I.N., Soloviev A.A., Upelniak V.P. Morphobiological and economically valuable features of samples from the modern collection of trititrigia (*xTrititrigia cziczinii* Tzvel.) MBG RAS. *Vegetable Crops of Russia*. 2022;(2):10–14. (In Russ.)
9. Ivanova L.P., Shchuklina O.A., Voronchikhina I.N., Voronchikhin V.V., Zavgorodny S.V., Enzekrey E.S., Komkova A.D., Upelniak V.P. Trititrigia (*xTrititrigia cziczinii* Tsvelev) – a new crop in feed production. *Kormoproizvodstvo*. 2020;10:13–16. (In Russ.)
10. Kolpakova V.V., Kolpakova V.V., Zaitseva L.V., Vanin S.V. et al. Dry wheaten gluten: functional properties, application prospects. *Food Industry*. 2010;4:56–59. (In Russ.)
11. Korostyleva T.V., Shiyan A.N., Odintsova T.I. The genetic resource of *Thinopyrum elongatum* (Host) D.R. Dewey in breeding improvement of wheat. *Genetika*. 2023;56(10):1112–1119. (In Russ.)
12. Martynov S.P., Dobrotvorskaya T.V., Krupnov V.A. Genealogical analysis of the use of two wheatgrass (*AGROPYRON*) species in common wheat (*TRITICUM AESTIVUM* L.) Breeding for disease resistance. *Genetika*. 2016;52(2):179–188. (In Russ.)
13. Pogonets E.V. The influence of dry wheaten gluten on quality of triticale-white bread. *Tekhnika i tekhnologii pishchevykh proizvodstv*. 2014;2:61–64. (In Russ.)
14. Problems of distant hybridization. Ed. by Academician N.V. Tsitsin. M.: Izd-vo “Nauka”, 1979:270. (In Russ.)
15. Rubets V.S., Voronchikhina I.N., Pyl’nev V.V., Voronchikhin V.V., Marenkova A.G. Effect of weather conditions on the quality of spring wheat grain (*Tricum* L.). *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy (TAA)*. 2021;(5):89–108. (In Russ.)
16. Sandukhadze B.I. Winter wheat breeding is the most important factor for increase in productivity and quality. *Achievements of Science and Technology in Agro-Industrial Complex*. 2010;11:4–6. (In Russ.)
17. Sandukhadze B.I., Kochetygov G.V., Rybakova M.I. et al. Sorting of winter soft wheat for the Central Region of Russia with increased productivity and quality potential. *Vestnik Orel GAU*. 2012:16–20. (In Russ.)
18. Tsitsin N.V. Perennial wheat. M.: Nauka, 1978:287. (In Russ.)
19. Shchuklina O.A., Zavgorodny S.V., Alenicheva A.D., Ivanova L.P., Kvitko V.E., Pyl’nev V.V., Upelniak V.P. Relationship of elements of the ear structure to plant productivity of samples *xTrititrigia cziczinii* Tzvel. *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy (TAA)*. 2022;(5):57–69. (In Russ.)
20. Ceoloni C., Forte P., Kuzmanovic L., Tundo S., Moscetti I., Vita P.De., Virili M., D’Ovidio R. Cytogenetic mapping of a major locus for resistance to Fusarium headblight and crown rot of wheat on *Thinopyrum elongatum* 7EL and its pyramiding with valuable genes from a Th. ponticum homoeologous arm onto bread wheat 7DL. *Theor. Appl. Genet*. 2017;130:2005–2024.

21. Ge W., Gao Y., Xu S., Wang H., Kong L., Sun S. Genome-wide identification, characteristics and expression of the prolamin genes in *Thinopyrum elongatum*. *BMC Genomics*. 2021;22(1):864.

22. Haunold A., Jonson V.A., Schmidt V.W. Variation in protein content of the grain in four varieties *Triticum aestivum*. *Agronomy Journal*. 1962;54(2):134.

23. Lachuga Yu., Meskhi B., Pakhomov V., Semenikhina Yu., Kambulov S., Rudoy D., Maltseva T. Experience in the Cultivation of a New Perennial Cereal Crop – *Trititrigia* in the Conditions of South of the Rostov Region. *Anriculture*. 2023;13(3):605.

24. Luo Z., Chen F., Feng D., Xia G. LMW-GS genes in *Agropyron elongatum* and their potential value in wheat breeding. *Theoretical and Applied Genetics*. 2005;111(2):272–280.

Сведения об авторах

Щуклина Ольга Александровна, старший научный сотрудник, канд. с.-х. наук, ФГБУН «Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина Российской академии наук»; 127276, Российская Федерация, г. Москва, ул. Ботаническая, 4; oashuklina@gmail.com; тел.: (926) 703–84–93

Завгородний Сергей Владимирович, научный сотрудник, ФГБУН «Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина Российской академии наук»; 127276, Российская Федерация, г. Москва, ул. Ботаническая, 4; zgbsran@yandex.ru; тел.: (499) 390–94–82

Соловьев Александр Александрович, ведущий научный сотрудник, д-р биол. наук, ФГБУН «Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина Российской академии наук»; 127276, Российская Федерация, г. Москва, ул. Ботаническая, 4; asoloviev70@gmail.com; тел.: (926) 164–16–30

Аленичева Анастасия Дмитриевна, младший научный сотрудник, ФГБУН «Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина Российской академии наук»; 127276, Российская Федерация, г. Москва, ул. Ботаническая, 4; alenicheva_a@mail.ru; тел.: (968) 899–48–66

Квитко Валерия Евгеньевна, младший научный сотрудник, ФГБУН «Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина Российской академии наук»; 127276, Российская Федерация, г. Москва, ул. Ботаническая, 4; lera.kvitko@mail.ru; тел.: (922) 817–68–59

Иванова Любовь Петровна, научный сотрудник, ФГБУН «Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина Российской академии наук»; 127276, Российская Федерация, г. Москва, ул. Ботаническая, 4; gbsran@yandex.ru; тел.: (968) 733–83–56

Клименкова Ирина Николаевна, научный сотрудник, ФГБУН «Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина Российской академии наук»; 127276, Российская Федерация, г. Москва, ул. Ботаническая, 4; irinaklimleon@inbox.ru; тел.: (977) 924–66–03

Конорев Павел Матвеевич, старший научный сотрудник, канд. с.-х. наук, ФГБУН «Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина Российской академии наук»; 127276, Российская Федерация, г. Москва, ул. Ботаническая, 4; rkonorev@yandex.ru; тел.: (962) 946–01–10

Пыльнев Владимир Валентинович, профессор, д-р биол. наук, ФГБОУ ВО Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; 127434, Российская Федерация, г. Москва, Тимирязевская ул., 49; Py18@yandex.ru; тел.: (915) 093–07–85

Olga A. Shchuklina, CSc (Ag), Senior Research Associate, N.V. Tsitsin's Main Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences (4, Botanicheskaya Str., Moscow, 127276, Russian Federation; phone: (926) 703-84-93; e-mail: oashuklina@gmail.com)

Sergey V. Zavgorodniy, Research Associate, N.V. Tsitsin's Main Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences (4, Botanicheskaya Str., Moscow, 127276, Russian Federation; phone: (499) 390-94-82; e-mail: zgbsran@yandex.ru)

Alexander A. Soloviev, DSc (Bio), Leading Research Associate, N.V. Tsitsin's Main Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences (4, Botanicheskaya Str., Moscow, 127276, Russian Federation; phone: (926) 164-16-30; e-mail: asoloviev70@gmail.com)

Anastasia D. Alenicheva, Junior Research Associate, N.V. Tsitsin's Main Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences (4, Botanicheskaya Str., Moscow, 127276, Russian Federation; phone: (968) 899-48-66; e-mail: alenicheva_a@mail.ru)

Valeriya E. Kvitko, Junior Research Associate, N.V. Tsitsin's Main Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences (4, Botanicheskaya Str., Moscow, 127276, Russian Federation; phone: (922) 817-68-59; e-mail: lera.kvitko@mail.ru)

Lubov P. Ivanova, Research Associate, N.V. Tsitsin's Main Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences (4, Botanicheskaya Str., Moscow, 127276, Russian Federation; phone: (968) 733-83-56; e-mail: gbsran@yandex.ru)

Irina N. Klimenkova, Research Associate, N.V. Tsitsin's Main Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences (4, Botanicheskaya Str., Moscow, 127276, Russian Federation; phone: (977) 924-66-03; e-mail: irinaklimleon@inbox.ru)

Pavel M. Konorev, CSc (Ag), Senior Research Associate, N.V. Tsitsin's Main Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences (4, Botanicheskaya Str., Moscow, 127276, Russian Federation; phone: (962) 946-01-10; e-mail: pkonorev@yandex.ru)

Vladimir V. Pylnev, DSc (Bio), Professor, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49, Timiryazevskaya Str., Moscow, 127434, Russian Federation; phone: (915) 093-07-85; e-mail: Pyl8@yandex.ru)

ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ
КУЛЬТИВИРОВАНИЯ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ГРИБОВ
ЕЖОВИКА ГРЕБЕНЧАТОГО (*HERICIUM ERINACEUS*)

В.С. ВИНОГАДОВА¹, С.С. МАКАРОВ², Е.С. КРАСИНСКАЯ³,
Е.А. ВЕТОЧКИНА¹, Ф.С. ДАВЫДОВА³

(¹Костромская ГСХА;

²Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева;

³ООО «Витарас»)

Представлены результаты исследований по изучению влияния состава субстрата для культивирования ежовика гребенчатого (*Hericium erinaceus*). Поиск альтернативного сырья для приготовления субстратов связан с возможностью использования сбалансированного по основным элементам питания лигнино-аммиачного компоста, который значительно дешевле по сравнению с дубовыми опилками и доступнее в регионе. Замена в составе субстрата бурого риса на зерно пшеницы способствовала обогащению массы витаминами, протеинами и незаменимыми аминокислотами. Произведена оценка возможности использования в составе субстрата лигнинового компонента в виде лигнино-аммиачного компоста (50%) и зерна пшеницы (20%), что частично заменяет дорогостоящее и дефицитное сырье (дубовые опилки, бурый рис). Использование нового состава субстрата способствует активной колонизации субстратной массы мицелием лекарственных грибов ежовика гребенчатого, штамм Борода и штамм Бельгия 97–99%, дополнительному (на 0,39% от массы субстрата) сбору плодовых тел, штамм Борода, и большему (на 1,6%) выходу сухой массы продукции штаммов Борода и Бельгия. Экономический эффект выращивания *H. erinaceus* с использованием разработанного субстрата выражен в получении прибыли (для штамма Борода – 20 540 руб., для штамма Бельгия – 5 860 руб.), тогда как на классическом субстрате получен убыток. Рентабельность производства грибов изучаемых штаммов на опытном субстрате составила 16,4% (штамм Борода) и 4,68% (штамм Бельгия), на классическом субстрате – 12,1 и –21,0% соответственно. Снижение себестоимости грибной продукции может положительно отразиться на покупательной способности потребителей. Добавление в субстрат лигнинового компонента способствует утилизации многотоннажных гидролизных лигнинов и, следовательно, улучшению экологической ситуации в местах их складирования.

Ключевые слова: грибы, ежовик гребенчатый, *Hericium erinaceus*, лигнин, субстрат, штамм, бурый рис, опилки, плодовое тело, экономическая эффективность

Введение

Среди всего разнообразия базидиомицетов следует выделить древоразрушающие, или ксилотрофные грибы, – сравнительно небольшую в таксономическом разнообразии экологическую группу грибов, способную к полной деструкции лигноцеллюлоз [8, 10]. Многие виды ксилотрофных грибов известны также как продуценты пищевого белка и биологически активных веществ. Одним из интересных

представителей агарикоидных ксилотрофных грибов является ежовик гребенчатый (*Hericium erinaceus* Pers.) – трутовик, относящийся к порядку *Russulaceae*. Данный гриб имеет высокую лекарственную и пищевую ценность, является источником полисахаридов и других биологически активных соединений, что обуславливает его антиоксидантные, противоопухолевые и другие фармакологические свойства и делает его перспективным для использования в медицине [1–3, 7, 14–19, 21–23].

В природе *H. erinaceus* растет на древесине лиственных пород, а при искусственном культивировании его обычно выращивают на смеси опилок, соломы, фуражного зерна. При этом основным компонентом субстрата (около 70%) являются питательные целлюлозосодержащие отходы [5, 12, 13, 20, 24].

Цель исследований: определение эффективности сбалансированного состава компостов на основе лигнина при выращивании лекарственных грибов на примере *H. erinaceus*.

Материал и методы исследований

Исследования проводили в лабораториях Костромской ГСХА и на базе ООО «Витарас», в условиях специализированной лаборатории в 2021–2023 гг., в соответствии с общепринятыми методиками [6, 9]. Объект исследований – гриб ежовик гребенчатый (*Hericium erinaceus*), штаммы Борода и Бельгия (рис. 1). Предмет исследований – субстрат на основе лигнино-аммиачного компоста.

Для выращивания обоих штаммов были заложены опыты по использованию двух вариантов субстрата:

1. Контрольный: дубовый опилок – 75%; рис бурый – 20%; гипс – 0,6%; мел – 1,2%; тыква – 3,2%.

2. Опытный: дубовый опилок – 25%; лигнино-аммиачный компост – 50%; пшеница – 20%; гипс – 0,6%; мел – 1,2%; тыква – 3,2%.

При выращивании грибов использовали пакеты, в которые набивали по 1,5 кг массы соответствующих субстратов. Инокуляцию производили жидким мицелием по 2,5 мл/кг субстрата. Для учета использовали по 3 пакета в каждом варианте. В опыте проводили визуальные наблюдения, рассчитывали динамику колонизации субстрата мицелием (% от площади), выход плодовых тел (г/пакет, % от массы субстрата). Для расчетов и статистической обработки экспериментальных данных использовали программное обеспечение Microsoft Office Excel 2016.

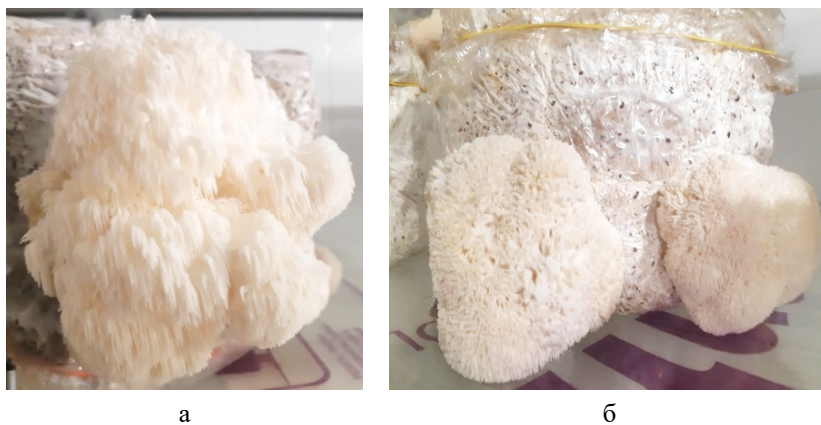


Рис. 1. Внешний вид плодовых тел *H. erinaceus*:
а – штамм Борода; б – штамм Бельгия

Результаты и их обсуждение

Для выращивания гриба *H. erinaceus* обычно используют бурый рис, однако замена его в субстрате на зерно пшеницы для условий нашего региона будет более целесообразной с точки зрения стабильности его наличия и цены, так как стоимость бурого риса в 2–3 раза выше. Кроме того, в составе классического субстрата используют дубовые опилки, но их количество в нашей области весьма ограничено, поэтому нам представилась возможность ввести в субстрат 50% лигнинового компонента в виде лигнино-аммиачного компоста [4, 6, 9].

В процессе исследований было установлено, что субстраты с добавлением пшеницы и лигнинового компонента зарастали медленнее, чем с субстраты дубовыми опилками. В первые 2 недели активный рост мицелия был отмечен в варианте с рисом и опилками у обоих штаммов, динамика колонизации составляла 49–50% субстрата. На 19-е сутки большую площадь колонизации имели варианты 2 и 3 с новым видом субстрата (рис. 2).

К концу 3-й недели активизировался рост мицелия в пакетах с зерновым компонентом из пшеницы и лигнина, площадь обрастания составила 84–85%, а на 28-е сутки все субстраты достигли площади зарастания 97–99%, при этом на буром рисе с дубовыми опилками зарастание было выше на 1–3%. Сбор проводили в 3 волны у штамма Борода и в 2 волны – у штамма Бельгия. В связи с этим продуктивность у последнего на контрольном субстрате была ниже на 0,05%, с введением лигнинового компонента – на 0,44%. (табл. 1, рис. 3).

Средний выход сухой массы плодовых тел *H. erinaceus* штамма Борода был существенно выше на субстрате с пшеницей и лигниновым компонентом и составил 12,6%, тогда как штамм Бельгия на аналогичном субстрате был менее продуктивным (на 0,9%). При этом плодовые тела обоих штаммов развивались интенсивнее на лигнино-пшеничном субстрате.

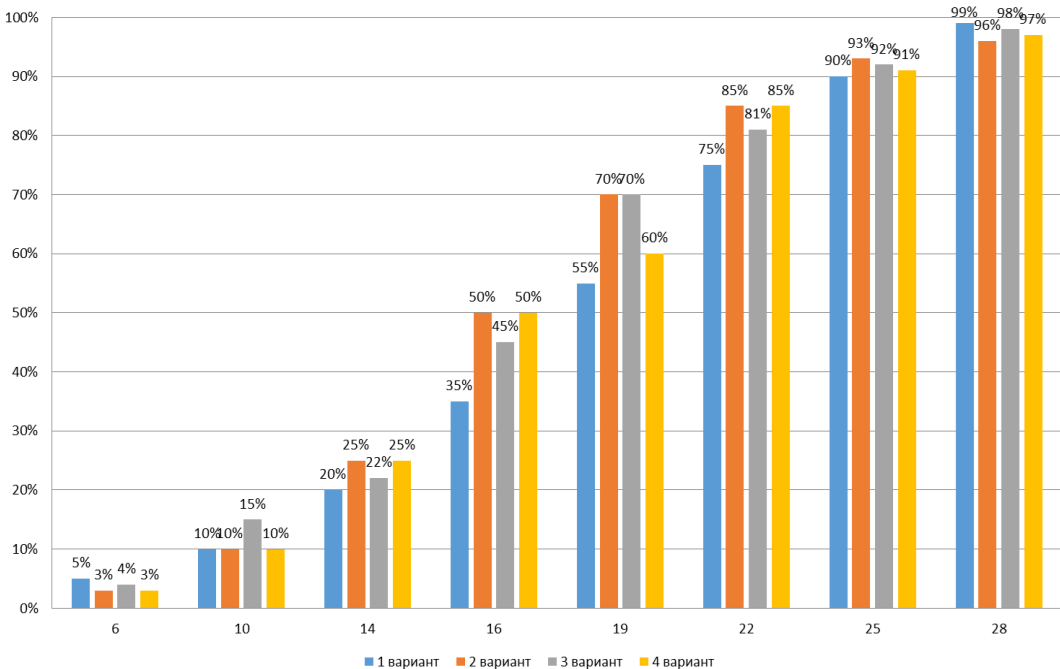


Рис. 2. Динамика процесса колонизации субстратов мицелием *H. erinaceus*, %

Сравнительная характеристика выхода плодовых тел *H. erinaceus*

| Вариант субстрата | Масса пакетов, г | Средняя масса плодовых тел, г | Средний процент плодовых тел от массы субстратов | Сухая масса плодовых тел, г | Процент к сырой массе |
|-------------------|------------------|-------------------------------|--|-----------------------------|-----------------------|
| Штамм Борода | | | | | |
| Контрольный | 4448 | 630,02 | 14,06 | 69,3 | 11,0 |
| Опытный | 4517 | 652,26 | 14,44 | 82,2 | 12,6 |
| НСР ₀₅ | – | 20,04 | – | 6,8 | – |
| Штамм Бельгия | | | | | |
| Контрольный | 3716 | 514,04 | 14,01 | 51,92 | 9,9 |
| Опытный | 3785 | 521,18 | 14,00 | 60,97 | 11,7 |
| НСР ₀₅ | – | 7,3 | – | 3,8 | – |



а



б

Рис. 3. Плодоношение *H. Erinaceus* на контрольном (слева) и опытном (справа) субстратах: а – штамм Борода; б – штамм Бельгия

Был проанализирован также рынок добавок с использованием компонентов *H. erinaceus*, выявлена перспектива его выращивания. Данный продукт пользуется высоким спросом, его разнообразие представлено в интернет-магазинах и на маркет-плейсах. Однако чем популярнее становится продукт, тем больше подделок и больше некачественного товара появляется на рынке. Разработанный состав субстрата с включением пшеницы и лигнинового компонента позволяет получать качественный продукт без посторонних примесей.

В любом производстве важно внедрять такие элементы технологии, которые обеспечивают стабильность источников сырья, их безопасность и более низкую стоимость [11].

Расчет экономической эффективности показал, что затраты на производство плодовых тел (при закладке 1 т субстрата) при выращивании *H. erinaceus*, штамм Борода, на пшенице с лигниновым компонентом составляют 124 980 руб., на рисе с дубовыми опилками – 140 112 руб., у штамма Бельгия – на 200 руб. больше. С учетом выхода сухой массы по вариантам и цены реализации сухих грибов 8 000 руб/кг при использовании субстрата на пшенице с лигнином чистая прибыль до налогообложения составила: у штамма Борода – 20 540 руб.; у штамма Бельгия – 5 860 руб. (табл. 2).

Эффективность производства плодовых тел *H. Erinaceus* с 1 т субстрата

| Показатель | Штамм Борода | | Штамм Бельгия | |
|--------------------------------|----------------------|------------------|----------------------|------------------|
| | контрольный субстрат | опытный субстрат | контрольный субстрат | опытный субстрат |
| Выход сухой продукции, кг/мес. | 15,49 | 18,19 | 13,87 | 16,38 |
| Себестоимость, руб. | 140112 | 124980 | 140312 | 125180 |
| Реализации, руб. | 123920 | 145520 | 110960 | 131040 |
| Прибыль (убыток), руб. | -16192 | +20540 | -29352 | 5860 |
| Рентабельность, % | -12,10 | 16,43 | -21,01 | +4,68 |

При использовании субстратов на рисе с дубовыми опилками получили убыток в размере 16 192 руб. (штамм Борода) и 29 352 руб. (штамм Бельгия). Применение субстратов на пшенице с лигниновым компонентом позволило установить, что производство плодовых тел *H. erinaceus* является рентабельным, при использовании субстратов на рисе с дубовыми опилками – пока сильно убыточным. При этом следует отметить высокие затраты на производство, связанные с приобретением нового оборудования. В перспективе за 2,5 оборота можно покрыть часть затрат и выйти на более существенную прибыль.

Выводы

В результате проведенных исследований установлено, что введение в состав субстрата для культивирования *H. erinaceus* лигнинового компонента в виде лигнино-аммиачного компоста (50%) и зерна пшеницы (20%) способствовало дополнительному (на 0,39% от массы субстрата) сбору плодовых тел штамма Борода, а также выходу сухой массы продукции на 1,6% – штаммов Борода и Бельгия. При этом произошла замена частично дорогостоящего и дефицитного сырья (дубовые опилки и бурый рис). Экономический эффект выразился в получении прибыли 20 540 руб. (штамм Борода) и 5 860 руб. (штамм Бельгия), при этом в варианте с использованием классического субстрата был получен убыток.

Таким образом, добавляя в субстрат лигниновый компонент, можно утилизировать многотоннажные гидролизные лигнины, что позволит улучшить экологическую ситуацию в местах их складирования.

Библиографический список

1. Автономова А.В., Баканов А.В., Леонтьева М.И., Винокуров В.А., Усов А.И., Краснополянская Л.М. и др. Погруженное культивирование и химический состав мицелия *Hericium erinaceus* // Антибиотики и химиотерапия. – 2012. – Т. 57, № 7–8. – С. 7–11.
2. Айкешев Б.М., Арыстанбай А. Лекарственные свойства *Hericium erinaceus* // Chronos. Мультидисциплинарные науки. – 2021. – Т. 6, № 10 (60). – С. 3–8.
3. Белицкий И.В., Автономова А.В., Исакова Е.Б., Леонтьева М.И., Баканов А.В., Усов А.И., Бухман В.М., Краснополянская Л.М. и др. *Hericium erinaceus*:

- биотехнология культивирования и противоопухолевые свойства // Успехи медицинской микологии. – М.: Национальная академия микологии, 2006. – Т. VII. – С. 225–227.
4. *Виноградова В.С.* Аспекты биологической конверсии целлюлозно-лигнинных отходов: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – М., 1993. – 22 с.
5. *Гольшикин А.В., Альмяшева Н.Р., Зиангирова М.Ю., Краснопольская Л.М.* Ростовые и биохимические характеристики некоторых видов съедобных и лекарственных грибов в зависимости от способов предобработки лигноцеллюлозных субстратов // *Сельскохозяйственная биология.* – 2019. – Т. 54, № 3. – С. 607–615.
6. *Дудка И.А., Вассер С.П., Бухало А.С.* Промышленное культивирование съедобных грибов. – Киев: Наукова Думка, 1978. – 264 с.
7. *Коваленко С.А., Почицкая И.М., Бордок И.В.* *Hericium erinaceus* – ценный источник биологически активных веществ // *Сотрудничество – катализатор инновационного роста: Сборник материалов IV Белорусско-Прибалтийского форума (г. Минск, 31 мая – 1 июня 2018 г.).* – Минск: БНТУ, 2018. – С. 100–101.
8. *Куликова Н.А., Кляйн О.И., Степанова Е.В., Королева О.В.* Использование базидиальных грибов в технологиях переработки и утилизации техногенных отходов: фундаментальные и прикладные аспекты (обзор) // *Прикладная биохимия и микробиология.* – 2011. – Т. 47, № 6. – С. 619–634.
9. *Морозов А.И.* Лекарственные грибы. – Донецк: Сталкер, 2003. – 207 с.
10. *Набоких А.А.* Интеграционные риски кластерной технологии управления развитием рынка культивируемых грибов // *Вестник ФГОУ ВО «Московский государственный агроинженерный университет им. В.П. Горячкина».* – 2011. – № 6 (51). – С. 64–67.
11. *Савицкая Г.В.* Анализ хозяйственной деятельности предприятий: Учебное пособие. – Изд. 7-е, испр. – Минск: Новое знание, 2002. – 704 с.
12. *Трухоновец В.В., Бисько Н.А., Поединок Н.Л., Михайлова О.Б., Митропольская Н.Ю., Колодий Т.А., Булавкина И.А., Плащинская Д.В. и др.* Рост и плодоношение базидиального гриба *Hericium erinaceus* (Bull.: Fr.) на растительных субстратах // *Труды БГТУ.* – 2012. – № 1. – С. 277–281.
13. *Широких А.А., Злобина Ю.А.* Биодegradация растительных отходов и получение плодовых тел // *Теоретическая и прикладная экология.* – 2018. – № 3. – С. 86–91.
14. *Chiu C. – H. Erinacine A-Enriched Hericium erinaceus Mycelium Produces Antidepressant-Like Effects through Modulating BDNF/PI3K/Akt/GSK-3 β Signaling in Mice / C. – H. Chiu, C. – C. Chyau, C. – C. Chen, L. – Y. Lee, W. – P. Chen, J. – L. Liu, W. – H. Lin, M. – C. Mong // Int. J. Mol. Sci. – 2018. – Vol. 19, № 2. – Article 341. DOI: 10.3390/ijms19020341. – URL: <https://www.mdpi.com/journal/ijms>.*
15. *Chong P.S.* Therapeutic Potential of *Hericium erinaceus* for Depressive Disorder / P.S. Chong, M. – L. Fung, K.H. Wong, L.W. Lim // *Int J Mol Sci.* – 2019. – Vol. 21, № 1. – Article 163. – URL: <https://www.mdpi.com/journal/ijms>. – DOI: 10.3390/ijms21010163.
16. *Friedman M.* Chemistry, Nutrition, and Health-promoting Properties of *Hericium erinaceus* (Lion's Mane) Mushroom Fruiting Bodies and Mycelia and Their Bioactive Compounds // *Journal of Agricultural & Food Chemistry.* – 2015. – Vol. 63, № 32. – Pp. 7108–7123.
17. *He X.* Structures, Biological Activities, and Industrial Applications of the Polysaccharides from *Hericium erinaceus* (Lion's Mane) Mushroom: A Review / X. He, X. Wang, J. Fang, Y. Chang, N. Ning, H. Guo, Z. Zhao // *International Journal of Biological Macromolecules.* – 2017. – Vol. 97. – Pp. 228–237. – DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2017.01.040.
18. *Jiang S.* Medicinal Properties of *Hericium erinaceus* and Its Potential to Formulate Novel Mushroom-based Pharmaceuticals / S. Jiang, S. Wang, Y. Sun, Q. Zhang // *Appl Microbiol Biotechnol.* – 2014. – Vol. 98, № 18. – Pp. 7661–7670. – DOI: 10.1007/s00253-014-5955-5.

19. Kim S.P. Hericium erinaceus Mushroom Extracts Protect Infected Mice against Salmonella typhimurium – Induced Liver Damage and Mortality by Stimulation of Innate Immune Cells / S.P. Kim, E. Moon, S.H. Nam, M. Friedman // Journal of Agricultural and Food Chemistry. – 2012. – Vol. 60, № 22. – Pp. 5590–5596. DOI: 10.1021/jf300897w.
20. Krzyczkowski W. Erinacine A Biosynthesis in Submerged Cultivation of Hericium erinaceum: Quantification and Improved Cultivation / W. Krzyczkowski, E. Malinowska, F. Herold // Engineering in Life Sciences. – 2010. Vol. 10, № 5. – Pp. 446–457.
21. Li G. Anticancer potential of Hericium erinaceus extracts against human gastrointestinal cancers / G. Li, K. Yu, F. Li, K. Xu, J. Li, S. He, S. Cao, G. Tan // Journal of Ethnopharmacology. – 2014. – Vol. 153, № 2. Pp. 521–530. – DOI: 10.1016/j.jep.2014.03.003.
22. Shimbo M. Erinacine A Increases Catecholamine and Nerve Growth Factor Content in the Central Nervous System of Rats / M. Shimbo, H. Kawagishi, H. Yokogoshi // Nutrition Research. – 2005. – Vol. 25, № 6. – Pp. 617–623.
23. Spelman K. Neurological Activity of Lion’s Mane (Hericium erinaceus) / K. Spelman, E. Sutherland, A. Bagade // Journal of Restorative Medicine. – 2017. – Vol. 6, № 1. – Pp. 19–26.
24. Zhang Z. Antioxidant and Hepatoprotective Potential of Endo-polysaccharides from Hericium erinaceus Grown on Tofu Whey / Z. Zhang, G. Lva, H. Pana, A. Pandeyb, W. Hec // Journal Biological Macromolecules. – 2012. – Vol. 51, № 5. – Pp. 1140–1146. – DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2012.09.002.

ECOLOGICAL AND ECONOMIC ASPECTS OF THE CULTIVATION OF THE MEDICINAL LION’S MANE MUSHROOM (*HERICIUM ERINACEUS*)

V.S. VINOGRADOVA¹, S.S. MAKAROV², E.S. KRASINSKAYA³, E.A. VETOSHKINA¹

(¹Kostroma State Agricultural Academy,

²Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, ³LLC “Vitaras”)

The results of studies on the effect of the substrate composition for the cultivation of Lion’s mane mushroom (Hericium erinaceus) are presented. The search for alternative raw materials for the preparation of substrates is associated with the possibility of using lignin-ammonium compost, balanced in terms of basic nutrients, which is much cheaper than oak sawdust and is more accessible in the region. Replacing brown rice by wheat grain in the substrate contributed to the enrichment of the mass with vitamins, proteins and essential amino acids. The possibility of using a lignin component in the substrate composition in the form of lignin-ammonia compost (50%) and wheat grain (20%), partially replacing expensive and scarce raw materials (oak sawdust, brown rice), was evaluated. The use of a new substrate composition promotes the active colonization of the substrate mass by the mycelium of medicinal Lion’s mane mushroom of the Beard and Belgium strains (97–99%), additional (by 0.39% of the substrate mass) collection of fruiting bodies of the Beard strain and increased (by 1.6%) yield of dry mass of products of the Beard and Belgium strains. The economic effect of growing H. erinaceus on the developed substrate is expressed in profit (for the Beard strain – 20,540 rubles, for the Belgium strain – 5,860 rubles), while on the classical substrate a loss is obtained. The profitability of the mushroom production of the studied strains on the experimental substrate is 16.4% for the Beard strain and 4.68% for the Belgium strain, on the classical substrate – 12.1% and 21.0%, respectively. Reducing the cost of mushroom products may have a positive effect on the purchasing power of consumers. The addition of a lignin component to the substrate promotes the utilization of hydrolytic lignins in large quantities, thus improving the environmental situation in the places where they are stored.

Ke ywords: mushrooms, lion's mane mushroom, Hericium erinaceus, lignin, substrate, strain, brown rice, sawdust, fruiting body, economic efficiency.

References

1. Avtonomova A.V., Bakanov A.V., Shuktueva M.I., Vinokurov V.A., Popova O.V., Usov A.I., Krasnopolskaya L.M. submerged cultivation and chemical composition of *Hericium erinaceus* Mycelium. *Antibiotics and Chemotherapy*. 2012;57(7–8):7–11. (In Russ.)
2. Aikeshev B.M., Arystanbay A. Medicinal properties of *Hericium erinaceus*. *Chronos. Mul'tidisciplinarnye nauki*. 2021;6(10):3–8. (In Russ.)
3. Belitsky I.V., Avtonomova A.V., Isakova E.B., Leontieva M.I., Bakanov A.V., Usov A.I., Bukhman V.M., Krasnopolskaya L.M. *Hericium erinaceus*: Biotechnology of cultivation and antitumor properties. *Uspekhi meditsinskoy mikologii*. M.: Natsional'naya akademiya mikologi, 2006; VII:225–227. (In Russ.)
4. Vinogradova V.S. Aspects of biological conversion of cellulignin waste. CSc (Bio) thesis abstract. Moscow, 1993:22. (In Russ.)
5. Golyshkin A.V., Almyasheva N.R., Ziangirova M.Yu., Krasnopolskaya L.M. Effect of pretreatment of lignocellulosic substrates on physiological and biochemical characteristics of some types of edible and medicinal mushrooms. *Agricultural Biology*. 2019;54(3):607–615. (In Russ.)
6. Dudka I.A., Vasser S.P., Bukhalo A.S. Industrial cultivation of edible mushrooms. Kyiv: Naukova Dumka, 1987:70. (In Russ.)
7. Kovalenko S.A., Pochitskaya I.M., Bordok I.V. *Hericium erinaceus* is a valuable source of biologically active substances. Cooperation is a catalyst for innovative growth: collection of articles. Proceedings of the IV Belarusian-Baltic Forum (Minsk, May 31 – June 1, 2018). Minsk: BNTU, 2018;100–101. (In Russ.)
8. Kulikova N.A., Klein O.I., Stepanova E.V., Korolyova O.V. Use of basidiomycetes in industrial waste processing and utilization technologies: fundamental and applied aspects (review). *Applied Biochemistry and Microbiology*. 2011;47(6):619–634. (In Russ.)
9. Morozov A.I. Medicinal mushrooms. Donetsk: Stalker, 2003:207. (In Russ.)
10. Nabokikh A.A. Integration risks of cluster technology for managing the development of the market of cultivated mushrooms. *Vestnik of Federal State Educational Establishment of Higher Professional Education "Moscow State Agroengineering University Named after V.P. Goryachkin"*. 2011;6:64–67. (In Russ.)
11. Savitskaya G.V. Analysis of economic activities of enterprises: textbook. Minsk: Novoe Znanie, 2002:704. (In Russ.)
12. Trukhonovets V.V., Bisko N.A., Poedinok N.L., Mikhailova O.B., Mitropolskaya N.Yu., Kolodiy T.A., Bulavkina I.A., Plashchinskaya D.V. Growth and fruiting of the basidiomycete fungus *Hericium erinaceus* (Bull.: Fr.) on Plant Substrates. *Trudy BGTU*. 2012;1:277–281. (In Russ.)
13. Shirokikh A.A., Zlobina Yu.A. Biodegradation of vegetable waste and obtaining fruit bodies. *Theoretical and Applied Ecology*. 2018;3:86–91. (In Russ.)
14. Chiu C. – H., Chyau C. – C., Chen C. – C., Lee L. – Y., Chen W. – P., Liu J. – L., Lin W. – H., Mong M. – C. Erinacine A-Enriched *Hericium erinaceus* Mycelium Produces Antidepressant-Like Effects through Modulating BDNF/PI3K/Akt/GSK-3 β Signaling in Mice. *Int. J. Mol. Sci.* 2018;19(2):341. URL: <https://www.mdpi.com/journal/ijms> <https://doi.org/10.3390/ijms19020341>
15. Chong P.S., Fung M. – L., Wong K.H., Lim L.W. Therapeutic Potential of *Hericium erinaceus* for Depressive Disorder. *Int J Mol Sci.* 2019;21(1):163. URL: <https://www.mdpi.com/journal/ijms> <https://doi.org/10.3390/ijms21010163>

16. Friedman M. Chemistry, Nutrition, and Health-promoting Properties of *Hericum erinaceus* (Lion's Mane) Mushroom Fruiting Bodies and Mycelia and Their Bioactive Compounds. *Journal of Agricultural & Food Chemistry*. 2015;63(32):7108–7123.
17. He X., Wang X., Fang J., Chang Y., Ning N., Guo H., Zhao Z. Structures, Biological Activities, and Industrial Applications of the Polysaccharides from *Hericum erinaceus* (Lion's Mane) Mushroom: A Review. *International Journal of Biological Macromolecules*. 2017;97: 228–237. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2017.01.040>
18. Jiang S., Wang S., Sun Y., Zhang Q. Medicinal Properties of *Hericum erinaceus* and Its Potential to Formulate Novel Mushroom-based Pharmaceuticals. *Appl Microbiol Biotechnol*. 2014; 98(18):7661–7670. <https://doi.org/10.1007/s00253-014-5955-5>
19. Kim S.P., Moon E., Nam S.H., Friedman M. *Hericum erinaceus* Mushroom Extracts Protect Infected Mice against *Salmonella typhimurium* – Induced Liver Damage and Mortality by Stimulation of Innate Immune Cells. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2012;60(22):5590–5596. <https://doi.org/10.1021/jf300897w>
20. Krzyczkowski W., Malinowska E., Herold F. Erinacine A Biosynthesis in Submerged Cultivation of *Hericum erinaceum*: Quantification and Improved Cultivation. *Engineering in Life Sciences*. 2010;10(5):446–457.
21. Li G., Yu K., Li F., Xu K., Li J., He S., Cao S., Tan G. Anticancer Potential of *Hericum erinaceus* Extracts against Human Gastrointestinal Cancers. *Journal of Ethnopharmacology*. 2014;153(2):521–530. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2014.03.003>
22. Shimbo M., Kawagishi H., Yokogoshi H. Erinacine A Increases Catecholamine and Nerve Growth Factor Content in the Central Nervous System of Rats. *Nutrition Research*. 2005;25(6):617–623.
23. Spelman K., Sutherland E., Bagade A. Neurological Activity of Lion's Mane (*Hericum erinaceus*). *Journal of Restorative Medicine*. 2017;6(1):19–26.
24. Zhang Z., Lva G., Pana H., Pandeyb A., Hec W. Antioxidant and Hepatoprotective Potential of Endo-polysaccharides from *Hericum erinaceus* Grown on Tofu Whey. *International Journal of Biological Macromolecules*. 2012;51(5):1140–1146. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2012.09.002>

Сведения об авторах

Виноградова Вера Сергеевна, д-р с.-х. наук, профессор, профессор кафедры агрохимии, биологии и защиты растений, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение высшего образования «Костромская государственная сельскохозяйственная академия»; 156530, Российская Федерация, Костромская обл., Костромской р-н, пос. Караваяво, Учебный городок, 34; e-mail: verochka_54@list.ru; тел.: (4942) 629–130

Макаров Сергей Сергеевич, д-р с.-х. наук, заведующий кафедрой 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: s.makarov@rgau-msha.ru; тел.: (499) 976–05–45

Красинская Елизавета Сергеевна, технолог, общество с ограниченной ответственностью «Витарас»; 156013, Российская Федерация, г. Кострома, ул. Галицкая, 111; e-mail: fedopersik28@bk.ru; тел.: (910) 924–39–35

Веточкина Елена Алексеевна, студент 2 курса магистратуры, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Костромская государственная сельскохозяйственная академия»; 156530, Российская

Федерация, Костромская обл., Костромской р-н, пос. Каравеево, Учебный городок, 34; e-mail: ms.solvoeva@mail.ru; тел.: (4942) 629–130

Давыдова Факия Султановна, канд. с.-х. наук, заведующий лабораторией, общество с ограниченной ответственностью «Витарас» (156013, Российская Федерация, г. Кострома, ул. Галичская, 111; e-mail: fakia90@mail.ru; тел.: (910) 924–39–35)

Vera S. Vinogradova, CSc (Ag), Professor, Professor of the Department of Agrochemistry, Biology and Plant Protection, Kostroma State Agricultural Academy (34, Educational campus, Karavaevo village, Kostroma district, Kostroma Oblast, 156530, Russian Federation; phone: (4942) 62–91–30; e-mail: verochka_54@list.ru)

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

Elizaveta S. Krasinskaya, **technologist**, limited liability company “Vitaras” (111, Galichskaya Str., Kostroma, 156013, Russian Federation; phone: (910) 924–39–35; e-mail: fedopersik28@bk.ru)

Elena A. Vetochkina, 2nd year MSc student, Kostroma State Agricultural Academy (34, Educational campus, Karavaevo village, Kostroma district, Kostroma Oblast, 156530, Russian Federation; phone: (4942) 62–91–30; e-mail: ms.solvoeva@mail.ru)

Fakiya S. Davydova, PhD (Ag), Head of Laboratory, limited liability company “Vitaras” (111, Galichskaya Str., Kostroma, 156013, Russian Federation; phone: (910) 924–39–35; E-mail: fakia90@mail.ru)

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНОЙ ОБРАБОТКИ НА УКОРЕНЯЕМОСТЬ ЗЕЛЕННЫХ ЧЕРЕНКОВ КЛОНОВЫХ ПОДВОЕВ СЛИВЫ ОП 23–23 И ВСЛ 2 В УСЛОВИЯХ ИСКУССТВЕННОГО ТУМАНА

Е.Г. САМОЩЕНКОВ, И.А. ФЕСЮТИН, К.В. ГЕБРЕ, А.Е. БУЛАНОВ

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

Технология размножения растений зелеными черенками – это один из наиболее перспективных способов вегетативного размножения. Зеленое черенкование позволяет получить корнесобственные растения в необходимых количествах. Большой вклад в разработку этой технологии внесли такие ученые, как М.Т. Тарасенко, В.В. Фаустов, Ф.Я. Поликарпова, Е.Г. Самощенко, В.К. Бакун, В.А. Маслова, Л.П. Скалий и др. Основой технологии зеленого черенкования является естественная способность растений к восстановлению утраченных органов или частей – регенерации, что дает возможность получения полноценных растений из облиственных стеблевых черенков после формирования у них придаточных корней [1, 2]. Стоит учитывать, что проявление регенерации происходит неодинаково и во многом зависит от разных факторов: например, от жизненной формы, генетических особенностей, возраста маточного растения и его состояния, условий укоренения и т.д. [3–5].

Зеленое черенкование позволяет получить высокие результаты только при использовании отработанных приемов для выращивания различных культур. В этой связи промышленное размножение перспективных сортов и подвоев для них по-прежнему остается актуальной задачей, требующей поиска новых решений [6, 7].

Целью работы явилось изучение влияния различных типов предпосадочных обработок зеленых черенков клонových подвоев ОП 23–23 и ВСЛ 2 и субстрата на укореняемость черенков (корни 1-го порядка – количество, шт. и длина, см) и показатели их прироста (длина, см) в условиях искусственного тумана.

В результате проведения исследований были получены новые данные о способах повышения укореняемости зеленых черенков. Лучшие результаты были получены при обработке черенков ИМК, дезинфекции субстрата (фунгицид Максим 2 мл/л), обработке антитранспирантами, дезинфекции черенков перед посадкой (УФ 24 ч, Белизна 50 мл/л), замачивании в растворе удобрений (Экстрасол 10 мл/л, Гумат + 7 Йод 1 г/л), досвечивании красным светом. Выявлено положительное влияние капсулирования базальной части черенков на повышение выхода посадочного материала. Единственным недостатком этого приема является необходимость ручного труда, что вполне успешно решается при правильной организации процесса.

Ключевые слова: слива, зеленое черенкование, клоновые подвои, ОП 23–23, ВСЛ 2, повышение укореняемости, предпосадочная обработка, дезинфекция субстрата, корневая система, процент укореняемости, искусственный туман

Введение

В современном садоводстве, в связи с интенсификацией и повышением плотности посадки в промышленных садах, остро стоит необходимость обеспечения качественным посадочным материалом, для получения которого требуются подвои. Задачи отработки приемов технологий размножения подвоев, повышающие выход стандартного материала, являются актуальными. В частности, подвои для косточковых размножаются в основном зеленым черенкованием. Процесс укоренения зеленых черенков происходит по-разному, в зависимости от многих факторов. Поэтому

приемы и методы, используемые в южных регионах нашей страны, не всегда подходят для условий средней полосы.

В проведенных исследованиях использовались различные типы обработок зеленых черенков клоновых подвоев ОП 23–23 и ВСЛ 2 для повышения укореняемости.

Цель исследований: изучение влияния различных типов предпосадочных обработок зеленых черенков клоновых подвоев и субстрата на укореняемость черенков и показатели их прироста в условиях искусственного тумана.

В задачи исследований входило изучение влияния различных типов предпосадочных обработок, а также обработки субстрата на укореняемость зеленых черенков, среднюю длину нового прироста, среднюю длину и среднее количество корней 1-го порядка; выявление лучших вариантов, пригодных для промышленного применения.

Материалы и методы исследований

Исследования проводились на базе Лаборатории плодововодства УНПЦ садоводства и овощеводства им. В.И. Эдельштейна ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева в Москве.

Объектами исследований являлись 2 клоновых подвоя – ОП 23–23, ВСЛ 2. Черенки для укоренения нарезались по 4 узла из побегов, заготовленных с маточных растений (Мичуринский сад), нижний лист удалялся, нижний срез делался на 0,5 см ниже почки. Побеги после их заготовки и черенки после нарезки до высадки в условия искусственного тумана находились в увлажненном состоянии.

В каждом варианте использовалась 4-кратная повторность по 20 черенков в каждой. Во всех вариантах, кроме замачивания в растворе удобрений, черенки предварительно обрабатывались водным раствором индолилмасляной кислоты с концентрацией 25 мг/л (препарат «Корень Супер» August, ВРГ) в течение 12–16 ч. Глубина погружения в раствор составляла 2 см.

Черенки после обработок высаживали в кассеты с субстратом (смесь торфа и перлита 1:1) и размещали в теплице с искусственным туманом. В одном из вариантов проводилась предпосадочная дезинфекция субстрата.

В качестве контроля применялась стандартная обработка ИМК (25 мг/л, экспозиция 12–16 ч).

Во все вариантах использовались только один дополнительный прием или препарат для обработки черенков (торфосмеси в случае с предпосадочной дезинфекцией субстрата).

Изучение проводилось в 2019 и 2022 гг. Производился учет по следующим показателям: процент укоренения зеленых черенков, шт.; средняя длина нового прирост, см; среднее количество, шт.; средняя длина, см, корней 1-го порядка. Все данные опытов были статистически обработаны при помощи программы Microsoft Excel. Результаты однофакторного дисперсионного анализа представлены в 8 таблицах с указанием контрольного значения и $НСР_{05}$ [8, 9].

Схема опыта. Опыт проводился в теплице с туманообразующей установкой, работа которой корректировалась в зависимости от погодных условий.

Во всех вариантах в качестве контроля применяется замачивание в растворе ИМК с концентрацией 25 мг/л на 12–16 ч.

В варианте с предпосадочной обработкой черенков туманом из водного раствора ИМК применялись два вида контроля: обработка чистым водяным паром и вариант без обработки паром.

Варианты с подвоем ОП 23–23:

- капсулирование – 11 вариантов с различными составами и концентрациями для капсулирования;

- предпосадочная обработка черенков туманом из воды (экспозиция – 1 мин, интервал – 9 мин) – 4 варианта по времени выдержки;
 - предпосадочная обработка черенков туманом из водного раствора ИМК (экспозиция – 1 мин, интервал – 9 мин) – 3 варианта по времени выдержки;
 - применение антитранспирантов – 4 варианта состава;
 - дезинфекция черенков перед посадкой – 3 варианта состава;
 - дезинфекция субстрата перед посадкой – 5 вариантов состава.
- Варианты с подвоем ВСЛ 2:
- замачивание черенков в растворе удобрений – 4 варианта состава;
 - выдержка в различном спектральном составе света – 4 варианта спектра.

Результаты и их обсуждение

Капсулирование черенков. Одним из приемов, повышающих укореняемость зеленых черенков, является капсулирование базальной части черенков перед посадкой, что повышает укореняемость и качество получаемых подвоев. Капсула на базальной части черенка защищает его от прямого контакта с почвой и возможными патогенами, в случае чрезмерного увлажнения препятствует загниванию. Состав подбирался таким образом, чтобы при начале ризогенеза не препятствовать утолщению нижней части черенка. Капсула начинает разламываться под давлением корней и отходит от черенка. Данный прием был разработан аналогично дражированию семян в овощеводстве [10, 11].

В опыте перед капсулированием все черенки клонового подвоя ОП 23–23 были замочены в растворе ИМК (25 мг/л) на 12–16 ч. После обработки ИМК нижнюю часть черенков капсулировали пастообразной смесью различного состава: клей плиточный, клей плиточный и древесный уголь в соотношении 2:1 (2КУ), клей плиточный и перлит в соотношении 1:1 и 2:3 (КП и 2К3П), гипс и древесный уголь в соотношении 1:1 (ГУ), гипс и перлит в соотношении 1:1 и 2:3 (ГП и 2Г3П), гипс и диатомит в соотношении 1:1 и 1:2 (ГД и Г2Д), гипс, плиточный клей и перлит в соотношении 1:1:1 (ГКП), гипс, плиточный клей и диатомит в соотношении 1:1:1 (ГКД). Для каждого варианта компоненты смешивались в порошкообразном виде, а затем размешивались в дистиллированной воде до нужной густоты. Обработка производилась путем погружения базальной части черенка в смесь на 2 см, затем обработанные части подсушивались на воздухе в течение 10–15 мин с защитой листьев от пересыхания.

В 2019 г. в опыте были представлены 4 варианта и контроль, а в 2022 г. было добавлено еще 7 вариантов составов и концентраций для капсулирования. После высадки черенков в субстрат кассеты с ними заносили в теплицу с туманообразующей установкой, где они находились до осени.

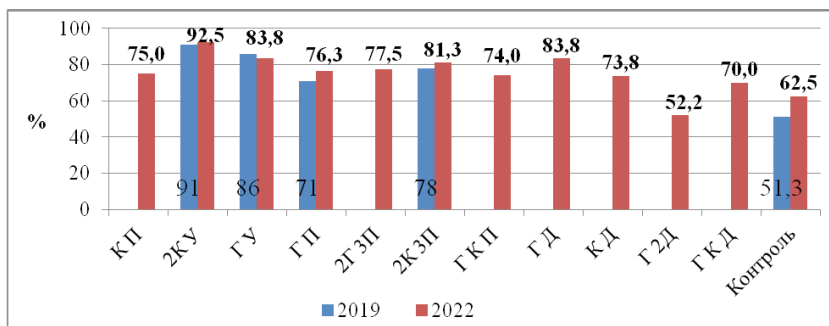


Рис. 1. Укореняемость зеленых черенков клонового подвоя ОП 23–23 в зависимости от используемого состава для капсулирования и их концентрации в 2019 и 2022 гг.

В 2019 г. все применяемые для капсулирования составы оказали положительный эффект. В 2022 г. во всех вариантах, за исключением смеси гипса с диатомитом в соотношении 1:2, отмечено положительное влияние капсулирования на укореняемость зеленых черенков подвоя ОП 23–23. Лучший результат был получен в варианте с применением смеси плиточного клея с древесным углем в соотношении 2:1 (92,5%), что в 1,48 раза выше контрольного значения. На втором месте оказались варианты с применением смеси гипса с древесным углем и плиточного клея с диатомитом в соотношении 1:1 (83,8%), что в 1,34 раза превышает значение контрольного варианта. Наименьший результат был получен в варианте со смесью гипса с диатомитом в соотношении 1:2 (52,2%), что в 1,2 раза меньше контрольного значения. Минимальное значение, превышающее контроль (70,0%), было получено в варианте со смесью гипса, плиточного клея и перлита в соотношении 1:1:1.

Таблица 1

Результаты укоренения зеленых черенков клонового подвоя ОП 23–23 в зависимости от используемого состава для капсулирования в 2019 и 2022 гг.

| Варианты | Средняя длина прироста, см | | Корни 1-го порядка | | | |
|-------------------|----------------------------|--------------|--------------------|-------------|-------------------------|-------------|
| | | | средняя длина, см | | среднее количество, шт. | |
| | 2019 г. | 2022 г. | 2019 г. | 2022 г. | 2019 г. | 2022 г. |
| К П | - | 19,8* | - | 7,8 | - | 18,1 |
| 2К У | 12,1 | 8,7 | 13,3 | 10,2 | 28,0 | 22,4 |
| Г У | 10,3 | 13,3 | 9,5 | 8,0 | 23,0 | 19,6 |
| Г П | 8,9 | 9,4 | 9,1 | 8,7 | 24,0 | 21,2 |
| 2Г ЗП | - | 12,6 | - | 7,6 | - | 18,0 |
| 2К ЗП | 12,9 | 15,5 | 9,3 | 8,2 | 26,0 | 21,2 |
| Г К П | - | 8,1 | - | 7,1 | - | 14,1 |
| Г Д | - | 12,8 | - | 6,8 | - | 13,5 |
| К Д | - | 12,1 | - | 7,5 | - | 11,8 |
| Г 2Д | - | 9,2 | - | 8,8 | - | 15,5 |
| Г К Д | - | 8,7 | - | 5,9 | - | 15,9 |
| Контроль | 7,4 | 9,8 | 6,0 | 5,9 | 14,9 | 12,4 |
| НСП ₀₅ | 3,2 | 5,2 | 2,5 | 3,3 | 4,0 | 6,6 |

*Выделены значения, достоверно отличающиеся от контроля.

Как следует из данных таблицы 1, в 2019 г. средняя длина прироста существенно отличалась от контрольного значения в двух вариантах: плиточный клей в смеси с древесным углем в соотношении 2:1 (12,1 см) и плиточный клей в смеси с перлитом в соотношении 2:3 (12,9 см). Средняя длина корней 1-го порядка во всех вариантах существенно превышала контрольное значение, а наибольшее значение отмечено в –13,3 см (больше контрольного значения в 2,2 раза). По среднему количеству корней 1-го порядка все варианты существенно превосходили контроль, наибольшее значение (28,0 см) было получено в варианте со смесью плиточного клея с древесным углем в соотношении 2:1 (выше контроля в 1,9 раза).

В 2022 г. наибольшая средняя длина прироста была у варианта с капсулированием смесью плиточного клея и перлита в соотношении 1:1–19,8 см, то есть в 2 раза больше контроля, а наименьшая – у варианта со смесью гипса, плиточного клея и перлита в соотношении 1:1:1–8,1 см. Лучший результат по средней длине корней 1-го порядка был отмечен в варианте с капсулированием смесью плиточного клея с древесным углем в соотношении 2:1–10,2 см, то есть в 1,7 раза выше контроля, наименьшая – в варианте гипса с плиточным клеем и диатомитом в соотношении 1:1:1–5,9 см. Наибольшее среднее количество корней 1-го порядка отмечено в варианте со смесью плиточного клея с перлитом в соотношении 2:1–22,4 шт., то есть в 1,8 раза выше контроля, наименьшее – 11,8 шт. – в варианте со смесью плиточного клея с диатомитом в соотношении 1:1.

Обработка туманом. Перед высадкой на укоренение черенки, замоченные в растворе ИМК, обрабатывались водяным паром в пленочной камере, экспозиция – 1 мин, интервал – 9 мин. Для этого использовались ультразвуковой увлажнитель и таймер для включения и отключения генератора согласно заданным параметрам. На ночное время установка отключалась. Первые 12–16 ч после начала обработки черенки были замочены в растворе ИМК с концентрацией 25 мг/л, затем раствор был заменен водой. Смена воды производилась два раза в сутки для исключения загнивания нижней части черенков.

В 2019 г. наилучший результат был достигнут при 4-дневной обработке – 64,0% (на 12% выше контроля), а наименьший – 17,5% – при 5-дневной обработке (ниже контроля на 33,8%) (рис. 2). В исследованиях 2022 г. наилучший результат был достигнут при 3-дневной обработке черенков – 95% (на 32,5% больше, чем в контрольном варианте). Варианты с продолжительностью обработки 2 и 4 дня показали значение 82 и 70% соответственно. Наименьший результат оказался в варианте с 5-дневной обработкой – 44% (на 22,5% ниже контрольного значения).

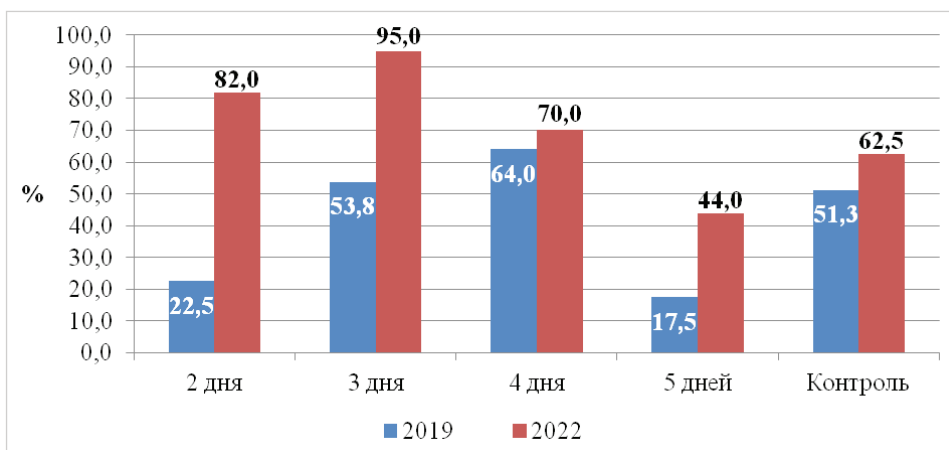


Рис. 2. Процент укоренения зеленых черенков клонового подвоя ОП 23–23 в зависимости от продолжительности обработки водяным паром (туманом) в 2019 и 2022 гг.

**Влияние продолжительности обработки водяным паром (туманом)
на изучаемые показатели прироста и корневой системы черенков
клонового подвоя ОП 23–23 в 2019 и 2022 гг.**

| Продолжительность обработки водяным паром, дни | Средняя длина прироста, см | | Корни 1-го порядка | | | |
|--|-------------------------------|-------------|--------------------|------------|-------------------------|-------------|
| | | | средняя длина, см | | среднее количество, шт. | |
| | 2019 г. | 2022 г. | 2019 г. | 2022 г. | 2019 г. | 2022 г. |
| 2 дня | - | 11,6 | 4,8 | 7,4 | 23,5 | 20,3 |
| 3 дня | - | 16,2 | 5,5 | 8,3 | 28,0 | 25,0 |
| 4 дня | - | 17,7 | 6,0 | 8,9 | 20,0 | 19,0 |
| 5 дней | - | 6,9 | 5,8 | 8,8 | 20,0 | 11,7 |
| Контроль | - | 9,8 | 6,0 | 5,9 | 14,9 | 12,4 |
| НСР ₀₅ | - | 4,5 | 1,6 | 2,8 | 9,2 | 8,6 |

Наибольшая средняя длина прироста в 2022 г. отмечена в варианте с 4-дневной обработкой – 17,7 см (в 1,8 раза выше контроля), в 2019 г. в этих вариантах новый прирост не образовался. Наибольшая средняя длина корней 1-го порядка в 2019 и 2022 гг. отмечена в варианте с 4-дневной обработкой – 6,0 см (значение, равное контрольному, во всех остальных вариантах средняя длина корней 1-го порядка оказалась меньше контроля) и 8,9 см (в 1,5 раза выше контроля). Наибольшее среднее количество корней в 2019 и 2022 гг. отмечено в варианте с 3-дневной обработкой – 28,0 шт. (больше контроля в 1,9 раза) и 25,0 шт. (больше контроля в 2 раза) соответственно.

Обработка зеленых черенков водным раствором ИМК в туманообразной форме. Перед высадкой черенки замачивались в растворе ИМК 25 мг/л на 12–16 ч и одновременно обрабатывались водным раствором ИМК в туманообразной форме, для чего рабочий раствор с концентрацией 25 мг/л заливался в увлажнитель. Режим работы увлажнителя задавался таймером. Экспозиция составляла 1 мин, интервал – 9 мин. Продолжительность обработки составила 6, 12 и 24 ч (на ночное время установку не отключали). В этом опыте используется два вида контроля: обработка чистым водяным паром и вариант без обработки паром. В данном варианте проверяли возможность более интенсивной обработки растения раствором ИМК путем ее поступления через листья как при внекорневой подкормке. Режим работы установки подбирали таким образом, чтобы весь объем камеры полностью заполнялся туманом, после чего туманогенератор отключали.

Обработка ИМК в туманообразной форме обеспечивала существенное увеличение укореняемости зеленых черенков. В 2019 г. лучший результат был получен при 6-часовой обработке – 69,0% (на 17,7% выше контроля). Лучший результат в 2022 г. был достигнут при 12-часовой обработке – 97,5%, что на 23,7% больше, чем при такой же продолжительности обработки паром, и на 32,5% больше, чем в контрольном варианте без обработки. Вариант с 6-часовой обработкой ИМК показал результат 91,3% против 67,5% при обработке чистым водяным паром. Наименьший результат был получен при 24-часовой обработке – 87,5%, что на 10% выше, чем в варианте с чистым паром, и на 22,5% больше, чем в контрольном варианте без обработки.

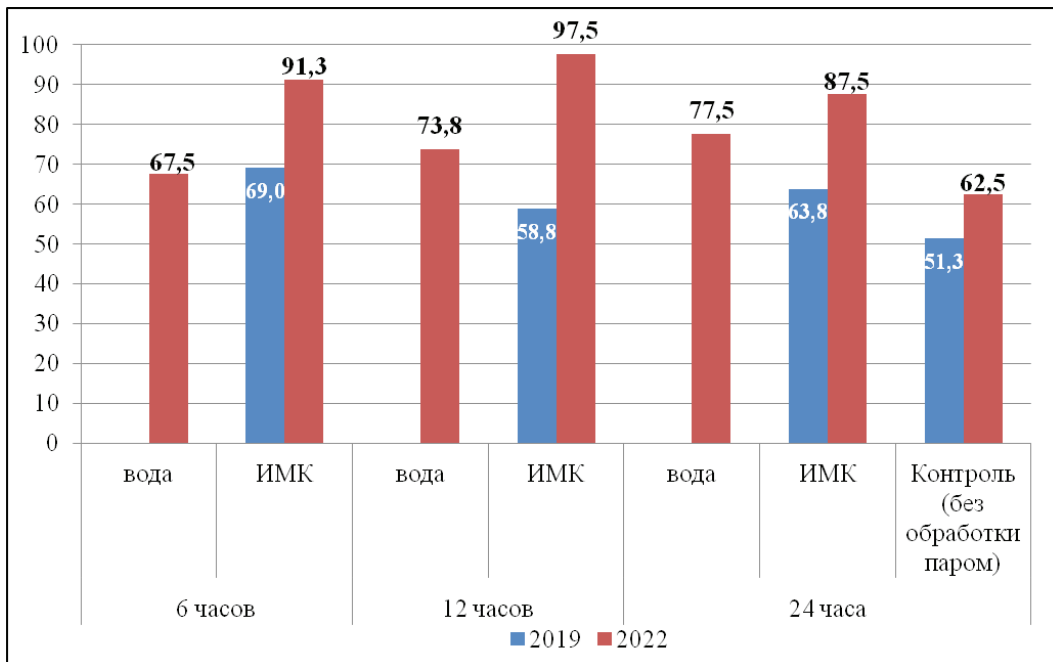


Рис. 3. Укореняемость зеленых черенков клонового подвоя ОП 23–23 в зависимости от продолжительности обработки ИМК и водой в туманообразной форме в 2019 и 2022 гг.

Таблица 3

Влияние продолжительности обработки водным раствором ИМК в туманообразной форме на изучаемые показатели прироста и корневой системы черенков клонового подвоя ОП 23–23 в 2019 и 2022 гг.

| Вид и продолжительность обработки, ч | Средняя длина прироста, см | | Корни 1-го порядка | | | |
|--------------------------------------|----------------------------|-------------|--------------------|-------------|-------------------------|-------------|
| | | | средняя длина, см | | среднее количество, шт. | |
| | 2019 г. | 2022 г. | 2019 г. | 2022 г. | 2019 г. | 2022 г. |
| ИМК 6 ч | 13,0 | 14,1 | 5,0 | 8,0 | 19,5 | 15,9 |
| ИМК 12 ч | 10,3 | 11,6 | 5,3 | 9,8 | 17,3 | 16,4 |
| ИМК 24 ч | 10,0 | 10,0 | 5,3 | 10,7 | 18,3 | 17,5 |
| Вода 6 ч | - | 8,2 | - | 7,8 | - | 10,4 |
| Вода 12 ч | - | 8,6 | - | 8,3 | - | 11,3 |
| Вода 24 ч | - | 8,4 | - | 7,5 | - | 14,2 |
| Контроль | 7,4 | 9,8 | 6,0 | 5,9 | 14,9 | 12,4 |
| НСР ₀₅ | 9,8 | 3,1 | 1,5 | 2,9 | 6,1 | 4,7 |

Лучший результат по средней длине прироста в 2019 г. отмечен при 6-часовой обработке – 13,0 см (выше контроля в 1,8 раза), а по средней длине корней 1-го порядка – при 12- и 24-часовой обработке – 5,3 см (на 11,7% ниже контроля). Наибольшее среднее количество корней 1-го порядка было получено при 6-часовой обработке – 19,5 шт. (в 1,3 раза выше контроля).

В 2022 г. лучший результат по средней длине прироста отмечен при 6-часовой обработке – 14,1 см (на 72 и 63,6% соответственно выше контроля), а наибольшая средняя длина корней – 10,7 см (на 42,7 и 91% соответственно выше контроля); их среднее количество – 17,5 шт. (на 23,2 и 28,7% соответственно выше контроля) при 24-часовой продолжительности обработки.

Применение антитранспирантов. Используемые в опыте антитранспиранты создают пленку на поверхности листа, препятствующую транспирации, что позволяет защитить растения от пересыхания. Концентрации были выбраны на основе рекогносцировочных опытов. В опыте использовались пленкообразующие антитранспиранты: жидкое стекло в концентрации 250 мл/л; мыло хозяйственное – 30 г/л; Chrysal – 10 г/л; Flora life – 10 г/л. В качестве контроля применялась обработка водой. Все черенки были предварительно замочены в растворе ИМК (25 мг/л) на 12–16 ч, после чего обработаны растворами препаратов в соответствии со схемой опыта. Обработка производилась ручным опрыскивателем. Для высыхания пленки препаратов на поверхности листьев черенки выдерживались в течение 5–10 мин перед высадкой в условия искусственного тумана.

Основываясь на данных рисунка 4, можно сделать вывод о том, что применение антитранспирантов положительно повлияло на укореняемость зеленых черенков. В 2019 г. лучший результат отмечен при применении препарата Flora life – 63% (на 11,7% больше контроля), а наименьший (58%) – при использовании хозяйственного мыла (больше контроля на 6,7%). В 2022 г. лучший результат был получен при применении препарата Flora life – 78,8%, что на 16,3% выше, чем в контрольном варианте. Минимальное значение (72,5%) было получено при обработке черенков раствором мыла – это на 10,0% больше контроля. Результаты, полученные в вариантах с применением раствора жидкого стекла и препарата Chrysal, заняли промежуточное значение.

В 2019 г. наибольшая средняя длина прироста была отмечена в варианте с препаратом Chrysal (11,0 см), что в 1,5 раза выше контрольного значения, а наименьшая (8,3 см) – при обработке мылом, и это выше контроля на 0,9 см. Наибольшая средняя длина корней 1-го порядка была отмечена в варианте с препаратом Flora life – 11,2 см, что выше контрольного значения в 1,9 раза. Все варианты достоверно превосходили контроль по среднему числу корней 1-го порядка.

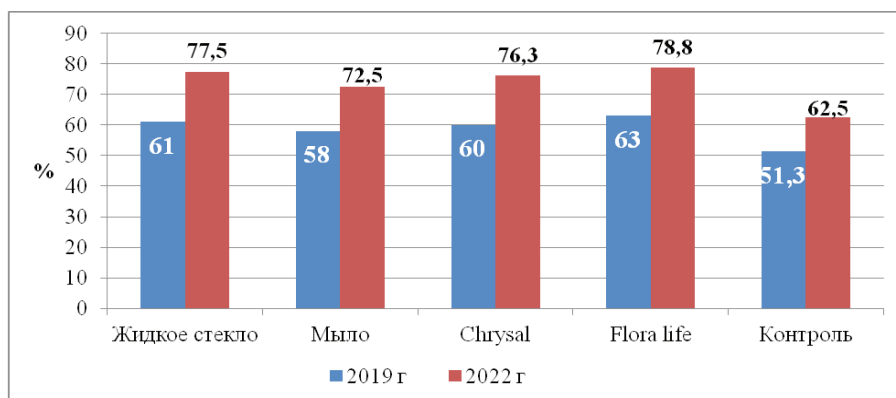


Рис. 4. Процент укоренения зеленых черенков клонового подвоя ОП 23–23 в зависимости от применяемых антитранспирантов в 2019 и 2022 гг.

В 2022 г. наибольшая длина прироста отмечена при обработке жидким стеклом – 15,7 см, что в 1,6 раза превышает контрольное значение. Самый короткий прирост был отмечен при обработке раствором хозяйственного мыла – 9,2 см, что на 0,6 см меньше контрольного значения. Наибольшая средняя длина корней получена в варианте с применением препарата Flora life – 12,6 см, что в 2,1 раза больше контроля. Наименьшая длина корней получена при обработке препаратом Chrysal (6,9 см), это больше контроля на 1,0 см. Наибольшим средним количеством корней 1-го порядка отличается вариант с применением жидкого стекла (25,6 шт.), а наименьшим – с препаратом Chrysal (20,3 шт.), что в 2,0 и 1,6 раза соответственно больше контрольного значения.

Предпосадочная дезинфекция черенков. Перед высадкой на укоренение зеленые черенки были замочены в растворе ИМК (25 мг/л) на 12–16 ч и продезинфицированы тремя способами: раствором белизны (50 мл/л), раствором медного купороса (10 г/л), УФ-облучением – 24 ч. В качестве контроля были взяты черенки, промытые в дистиллированной воде. Базальную часть черенка дезинфицировали в растворе путем кратковременного погружения (экспозиция 1–2 с).

Из результатов опыта (рис. 5) следует, что раствор белизны и ультрафиолетовое облучение дали положительный результат, а медный купорос оказал отрицательное действие. В 2019 г. наибольшее значение – 92,0% – было получено при дезинфекции черенков УФ-облучением (в 1,8 раза больше контроля), а наименьшее – 26,0% – при использовании раствора медного купороса (меньше контроля в 2 раза). В 2022 г. эффективность УФ-облучения подтвердилась, а результат составил 95,0% (на 32,5% выше контроля), чуть меньшее значение показал раствор белизны – 92,5% (выше контроля на 30%). Наименьший результат в 2022 г. был получен при применении медного купороса – 33,8%, (в 1,8 раза меньше контрольного значения).

Таблица 4

Влияние антитранспирантов на изучаемые показатели зеленых черенков клонового подвоя ОП 23–23 в 2019 и 2022 гг.

| Антитранспиранты | Средняя длина прироста, см | | Корни 1-го порядка | | | |
|-------------------|----------------------------|-------------|--------------------|-------------|-------------------------|-------------|
| | | | средняя длина, см | | среднее количество, шт. | |
| | 2019 г. | 2022 г. | 2019 г. | 2022 г. | 2019 г. | 2022 г. |
| Жидкое стекло | 9,9 | 15,7 | 7,8 | 8,4 | 26,0 | 25,6 |
| Мыло | 8,3 | 9,2 | 7,8 | 7,7 | 24,5 | 22,3 |
| Chrysal | 11,0 | 11,7 | 8,9 | 6,9 | 26,2 | 20,3 |
| Flora life | 10,6 | 12,1 | 11,2 | 12,6 | 34,0 | 23,8 |
| Контроль | 7,4 | 9,8 | 6,0 | 5,9 | 14,9 | 12,4 |
| НСП ₀₅ | 3,7 | 3,4 | 1,4 | 3,1 | 6,1 | 5,4 |

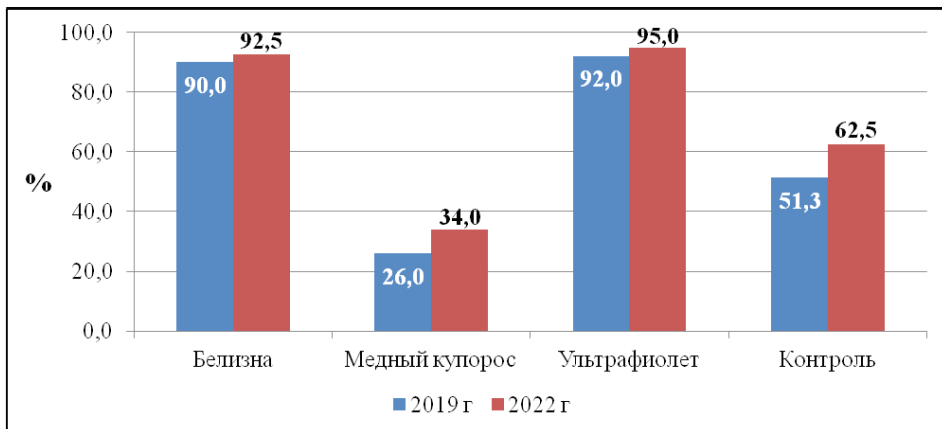


Рис. 5. Влияние предпосадочной дезинфекции зеленых черенков клонового подвоя ОП 23–23 на процент укореняемости

Таблица 5

Влияние предпосадочной дезинфекции черенков ОП 23–23 на изучаемые показатели прироста и корневой системы в 2019 и 2022 гг.

| Дезинфекция черенков перед посадкой | Средняя длина прироста, см | | Корни 1-го порядка | | | |
|-------------------------------------|----------------------------|-------------|--------------------|------------|-------------------------|-------------|
| | | | средняя длина, см | | среднее количество, шт. | |
| | 2019 г. | 2022 г. | 2019 г. | 2022 г. | 2019 г. | 2022 г. |
| Белизна | 13,6 | 20,7 | 5,2 | 8,5 | 21,0 | 25,6 |
| Медный купорос | 3,8 | 8,5 | 3,5 | 5,5 | 13,0 | 14,3 |
| УФ-облучение | 8,8 | 11,9 | 5,5 | 8,8 | 20,0 | 20,5 |
| Контроль | 7,4 | 9,8 | 6,0 | 5,9 | 14,9 | 12,4 |
| НСП ₀₅ | 5,7 | 3,6 | 1,3 | 2,9 | 4,2 | 5,1 |

В 2019 г. лучший результат по длине прироста (13,6 см) и количеству корней 1-го порядка (21,0 шт.) был получен при обработке черенков в растворе белизны. В опыте 2022 г. был получен аналогичный результат при обработке черенков в растворе белизны: длина прироста составила 20,7 см, а количество корней 1-го порядка – 25,6 шт., что в 2,1 раза выше контрольных значений. Наибольшая длина корней в 2019 г. отмечена в варианте с облучением черенков ультрафиолетом (5,5 см), в 2022 г. – 8,8 см, что в 1,5 раза выше, чем в контрольном варианте. Дезинфекция черенков в растворе медного купороса оказала существенное отрицательное влияние на изучаемые показатели при использованной концентрации (10 г/л) в обоих случаях.

Предпосадочная дезинфекция субстрата. Перед высадкой зеленых черенков была проведена дезинфекция субстрата (смесь торфа и перлита в соотношении 1:1) различными препаратами: Фитоспорин-М – 15 капель/л; медный купорос – 10 г/л; Максим – 2 мл/л; перекись водорода – 10%; Белизна – 50 мл/л;

дистиллированная вода – в качестве контроля. Субстрат обрабатывался препаратами Максим, Фитоспорин-М и перекисью водорода за 3 дня до высадки черенков, а медным купоросом и белизной – за неделю до высадки. Пролив субстрата производили вручную до полного промокания, затем субстрат накрывался пленкой на 2 дня для воздействия препарата. Все черенки перед высадкой были замочены в растворе ИМК (25 мг/л) на 12–16 ч.

На рисунке 6 представлены результаты укоренения зеленых черенков подвоя ОП 23–23 в зависимости от дезинфекции субстрата. Варианты с обработкой раствором белизны и перекиси водорода были добавлены в опыт в 2022 г. Наилучший результат показал препарат Максим: 95% в 2019 г. и 100% в 2022 г., что в 1,9 и 1,6 раза соответственно выше контрольного значения. Чуть меньший результат: 92,5% в 2019 г. и 95% в 2022 г. – отмечен у биофунгицида Фитоспорин-М, что в 1,8 и 1,5 раза выше контрольного варианта соответственно. При обработке раствором белизны получен результат 91,3%, что в 1,5 раза выше контроля. При дезинфекции субстрата медным купоросом результат составил 87,5% в 2019 г. и 85% в 2022 г., что выше контрольного значения в 1,7 и 1,4 раза соответственно. Минимальный результат был отмечен в варианте с применением перекиси водорода – 73,6%, что выше контроля всего в 1,2 раза.

В 2019 г. в вариантах (табл. 6) не было прироста, варианты с белизной и перекисью водорода (10%) добавлены в опыт в 2022 г. Наибольшая средняя длина прироста в 2022 г. отмечена в варианте с дезинфекцией субстрата препаратом Белизна (21,9 см, что в 2,6 раза выше контроля), а наименьшая – при обработке перекисью водорода (10,4 см, что выше контроля в 1,2 раза). Наибольшая средняя длина корней отмечена в варианте с применением препарата Максим: 13,3 см в 2019 г. и 10,6 см в 2022 г., что в 2,25 и 1,9 раза выше контроля; наименьшая – при обработке перекисью водорода: 7,7 см, что в 1,4 раза выше контроля. Наибольшее среднее число корней 1-го порядка в 2019 г. образовалось в варианте с применением медного купороса – 23,8 шт. (в 1,5 раза выше контроля), а в 2022 г. – в варианте с препаратом Фитоспорин-М (14,1 шт., что выше контроля на 0,3 шт.), хотя в 2019 г. он показал минимальное значение. Следует отметить, что все значения по среднему количеству корней в 2022 г. не имеют существенного различия с контролем.

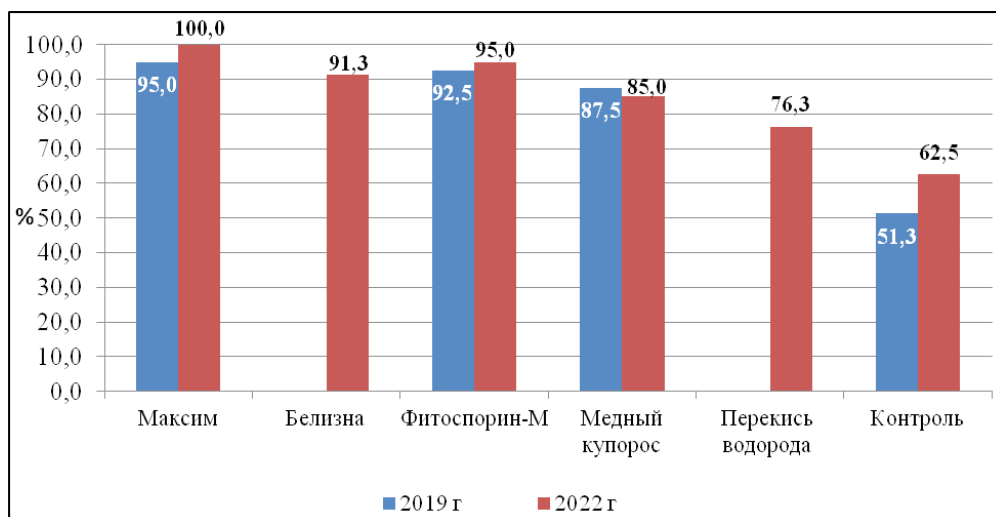


Рис. 6. Влияние предпосадочной дезинфекции субстрата на укореняемость зеленых черенков подвоя ОП 23–23 в 2019 и 2022 гг.

**Влияние предпосадочной дезинфекции субстрата
на изучаемые показатели прироста и корневой системы черенков
клонового подвоя ОП 23–23 в 2019 и 2022 гг.**

| Варианты | Средняя длина прироста, см | Корни 1-го порядка | | | |
|-------------------|----------------------------|--------------------|-------------|-------------------------|---------|
| | | средняя длина, см | | среднее количество, шт. | |
| | 2022 г. | 2019 г. | 2022 г. | 2019 г. | 2022 г. |
| Максим | 17,2 | 13,3 | 10,6 | 21,8 | 12,4 |
| Белизна | 21,9 | - | 8,3 | - | 6,9 |
| Фитоспорин-М | 14,5 | 11,3 | 9,6 | 17,5 | 14,1 |
| Медный купорос | 18,8 | 12 | 8,4 | 23,8 | 9,7 |
| Перекись водорода | 10,4 | - | 7,7 | - | 9,2 |
| Контроль (вода) | 8,5 | 5,9 | 5,6 | 16,0 | 13,8 |
| НСП ₀₅ | 7,9 | 2,7 | 2,7 | 5,9 | 5,3 |

Замачивание черенков в растворе удобрений. Перед высадкой на укоренение зеленые черенки клонового подвоя ВСЛ 2 замачивались в растворах удобрений: Гумат + 7 Йод (0,5 г/л); Экстрасол (10 мл/л); Фертика Люкс (1г/л); Кристаллон (1 г/л) – на 12–16 ч. В качестве контроля выступал вариант с замачиванием черенков в растворе ИМК с концентрацией 25 мг/л. Концентрации растворов изучаемых препаратов были взяты на основе рекомендаций производителей.

Как следует из данных, представленных на рисунке 7, все удобрения в той или иной мере оказали положительный эффект на укоренение зеленых черенков. Наибольший процент укоренения черенков 2019 г. был получен при использовании препарата Кристаллон – 98%, а наименьший – 86% – при обработке препаратами Экстрасол и Гумат + 7 Йод. В 2022 г. максимальный процент укоренения был получен при использовании микробиологического удобрения Экстрасол – 99%. При применении удобрения Гумат + 7 Йод был получен результат чуть ниже – 95%. Препарат Фертика Люкс показал значение 87,5%, а Кристаллон – 85%.

В 2019 г. наибольшая средняя длина прироста отмечена в варианте с препаратом Гумат + 7 Йод – 25,0 см (выше контроля в 1,9 раза), а наименьшая – Фертика Люкс – 17,0 см (выше контроля в 1,3 раза). Максимальная средняя длина корней 1-го порядка получена в варианте с замачиванием черенков в Экстрасоле – 8,5 см (выше контроля в 1,7 раза), минимальная – при обработке Кристаллоном – 6,0 см, что выше контроля в 1,2 раза (табл. 7).

В 2022 г. лучший результат по всем параметрам показал вариант с замачиванием черенков в растворе препарата Гумат + 7 Йод. В этом варианте значения контроля превышены в 2,9 (длина прироста), в 2 (длина корней 1-го порядка) и в 1,9 раза (число корней 1-го порядка). Минимальный прирост в 2022 г. (12,9 см) и наименьшее число корней 1-го порядка (33,4 шт.) отмечены в варианте с препаратом Фертика Люкс, это в 1,9 и 1,6 раза выше контроля. Наименьшая длина корней была получена при применении Кристаллона – 8 см, что в 1,4 раза превосходит контрольное значение (табл. 7).

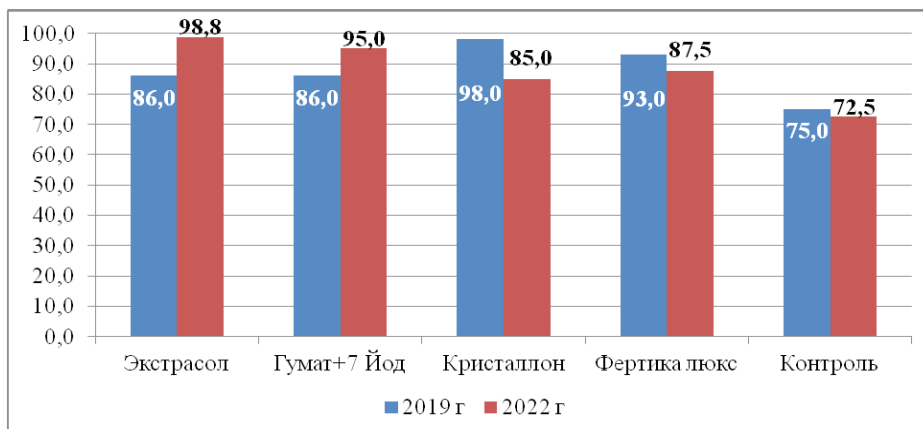


Рис. 7. Процент укоренения зеленых черенков клонового подвоя ВСЛ 2 в зависимости от используемого удобрения в 2019 и 2022 гг.

Таблица 7

Влияние удобрений на изучаемые показатели прироста и корневой системы черенков клонового подвоя ВСЛ 2 в 2019 и 2022 гг.

| Используемое удобрение | Средняя длина прироста, см | | Корни 1-го порядка | | | |
|------------------------|----------------------------|-------------|--------------------|-------------|-------------------------|-------------|
| | | | средняя длина, см | | среднее количество, шт. | |
| | 2019 г. | 2022 г. | 2019 г. | 2022 г. | 2019 г. | 2022 г. |
| Экстрасол | 18,0 | 13,0 | 8,5 | 9,2 | 44,0 | 35,5 |
| Гумат + 7 Йод | 25,0 | 19,5 | 7,3 | 12,0 | 46,0 | 40,9 |
| Кристаллон | 21,0 | 15,8 | 6,0 | 8,0 | 38,0 | 34,5 |
| Фертика Люкс | 17,0 | 12,9 | 6,9 | 11,2 | 39,0 | 33,4 |
| Контроль | 13,0 | 6,7 | 5,0 | 5,8 | 23,0 | 22,4 |
| НСП ₀₅ | 3,4 | 4,9 | 1,8 | 2,5 | 7,3 | 7,1 |

Влияние спектрального состава света на укореняемость зеленых черенков. Перед высадкой черенки на 6 дней помещались в фитотрон с различным спектральным составом света. В первый раз черенки были помещены в фитотрон в растворе ИМК на 12–16 ч, затем раствор был заменен водой. Каждые 12 ч осуществляли замену воды в контейнерах с черенками и ополаскивание нижних концов черенков для исключения загнивания. Во время обработки черенки регулярно опрыскивались водой вручную для предотвращения пересыхания.

Наибольшее влияние на укореняемость зеленых черенков оказал красный свет: 75,2% в 2019 г. (в 1,4 раза больше, чем в варианте с красным и синим светом) и 90% в 2022 г. (на 5% больше чем в варианте с красным и синим светом, и на 20% больше, чем без досвечивания). В 2019 г. при использовании синего света результат составил 51,3% (больше на 6,3%, чем при облучении красным и синим светом), а в 2022 г. – 83,8%, что на 1,2% меньше, чем в варианте с красным и синим светом, и на 13,8% больше, чем без досвечивания. Применение зеленого света в 2019 г.

повысило укореняемость на 23,5%. В 2022 г. результат оказался ниже на 15%, чем в варианте с красным и синим светом, и равен значению без досвечивания (рис. 8).

Из данных таблицы 8 следует, что наибольшая средняя длина прироста в 2022 г. была в варианте с синим светом – 19,8 см (на 2,7 см выше, чем при досвечивании красным и синим светом, и на 13,1 см выше, чем без досвечивания). Наименьшая средняя длина прироста отмечена в варианте при использовании естественного освещения – 6,7 см. Наибольшая средняя длина корней 1-го порядка отмечена в варианте с красным светом: 4,6 см в 2019 г. (на 1,6 см и –0,4 см длиннее контроля) и 8,0 см в 2022 г. (на 3,0 и 2,2 см длиннее контрольных). Наименьшая средняя длина корней отмечена при использовании синего света: 3,5 см в 2019 г. (на 0,7 и –1,5 см длиннее контроля) и 5,9 см в 2022 г. (на 0,9 см и 0,1 см длиннее контроля). Наибольшее среднее число корней отмечено в варианте с красным светом: 38,5 шт. в 2019 г. (на 11 и 15,5 шт. выше контроля) и 34,6 шт. в 2022 г. (на 13,1 и 12,2 шт. больше контроля), а наименьшее – при зеленом свете (25,0 и 18,3 шт. соответственно).

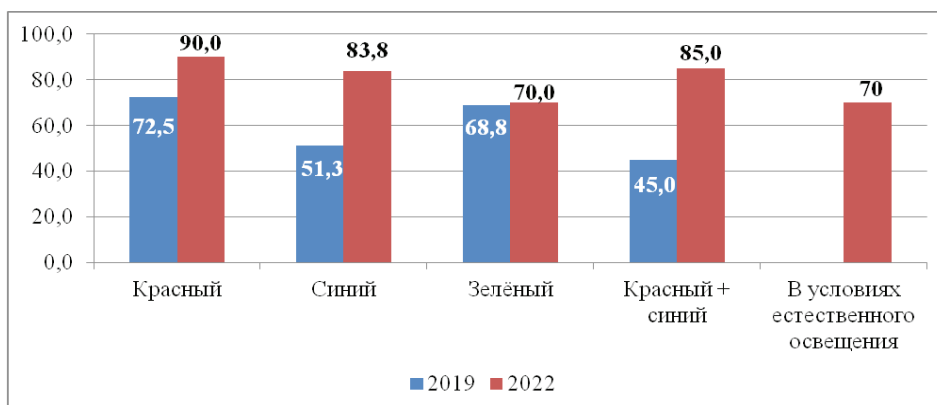


Рис. 8. Влияние спектрального состава света на укореняемость зеленых черенков клонового подвоя ВСЛ 2 в 2019 и 2022 гг.

Таблица 8

Влияние спектрального состава света на изучаемые показатели прироста и корневой системы у черенков клонового подвоя ВСЛ 2 в 2019 и 2022 гг.

| Спектральный состав света | Средняя длина прироста, см | Корни 1-го порядка | | | |
|------------------------------------|----------------------------|--------------------|------------|-------------------------|-------------|
| | | средняя длина, см | | среднее количество, шт. | |
| | 2022 г. | 2019 г. | 2022 г. | 2019 г. | 2022 г. |
| Красный | 12,3 | 4,6 | 8,0 | 38,5 | 34,6 |
| Синий | 19,8 | 3,5 | 5,9 | 26,8 | 24,1 |
| Зеленый | 16,5 | 4,0 | 7,1 | 25,0 | 18,3 |
| Красный + синий | 17,1 | 2,8 | 5,0 | 27,5 | 21,5 |
| В условиях естественного освещения | 6,7 | 5,0 | 5,8 | 23,0 | 22,4 |
| НСР ₀₅ | 6,0 | 1,1 | 1,7 | 9,6 | 7,3 |

Выводы

Большинство изучаемых типов вариантов предпосадочной обработки зеленых черенков клоновых подвоев ОП 23–23 И ВСЛ 2 оказало положительное влияние на их укореняемость.

Наиболее пригодными для промышленного применения являются варианты с возможностью поточной автоматизированной обработки – такие, как обработка черенков туманом с одновременным замачиванием в ИМК (3 дня); обработка черенков ИМК одновременным замачиванием и туманом водного раствора ИМК (12 ч); дезинфекция субстрата (фунгицид Максим 2 мл/л); обработка антитранспирантами; дезинфекция черенков перед посадкой (УФ 24 ч, Белизна 50 мл/л); замачивание в растворе удобрений (Экстрасол 10 мл/л, Гумат + 7 Йод 1 г/л); досвечивание красным светом; капсулирование базальной части черенков (смеси плиточного клея с древесным углем в соотношении 2:1).

Авторы выражают благодарность заведующему кафедрой физиологии растений РГАУ-МСХА профессору И.Г. Тарakanову за помощь в проведении исследований по действию спектрального состава света на укореняемость черенков на установке для фотобиологических исследований в Лаборатории искусственного климата.

Библиографический список

1. *Поликарпова Ф.Я.* Размножение плодовых и ягодных культур зелеными черенками. – М.: Агропромиздат, 1990. – С. 52–55.
2. *Поликарпова Ф.Я., Пилюгина В.В.* Выращивание посадочного материала зеленым черенкованием. – М.: Росагрономиздат, 1991. – 96 с.
3. Ассоциация производителей посадочного материала: офиц. сайт. – URL: <https://www.ruspitomniki.ru/>
4. *Головин С.Е., Павлова А.Ю., Джура Н.Ю.* Зеленое черенкование: факторы эффективности // АгроБизнес: информ. портал. – 15.07.2020. – URL: https://agbz.ru/articles/zelenoe-cherenkovanie/?sphrase_id=1969403
5. *Тарасенко М.Т.* Технология зеленого черенкования садовых культур: Методические указания. – М.: ТСХА, 1978. – 34 с.
6. *Трунов Ю.В., Самощенко Е.Г., Дорошенко Т.Н. и др.* Плодоводство: учебник. – М.: Колос-С, 2012. – 415 с.
7. *Трунов Ю.В., Соловьёв А.В., Козлова И.И., Муратова С.А.* Технологии выращивания высококачественного посадочного материала плодовых и ягодных растений: монография / Под ред. Ю.В. Трунова. – Мичуринск: БИС, 2018 – 246 с., ил.
8. *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учебник. – Изд. 6-е. – М.: Альянс, 2011. – 350 с.
9. *Трунов Ю.В., Соловьёв А.В., Медеяева А.Ю., Куличихин И.В., Макова Н.В.* Методика вегетационных (микрополевых) опытов с многолетними садовыми культурами // Вестник Мичуринского ГАУ. – 2019. – № 4 (59). – С. 9–13.
10. *Самощенко Е.Г., Тихомиров В.А.* Способ применения регуляторов роста при укоренении зеленых черенков сливы // Тезисы докладов 5-й Международной конференции «Регуляторы роста и развития растений» (29 июня – 1 июля 1999 г.). – М., 1999. – Ч. 2. – С. 251.
11. Доклады ТСХА: Сборник статей. – М.: Изд-во РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2010. – Вып. 282. – Ч. I. – С. 594–596.

EFFECT OF DIFFERENT TREATMENTS ON THE ROOTING ABILITY OF HERBACEOUS CUTTINGS OF CLONAL ROOTSTOCKS OF PLUM OP 23–23 AND VSL 2 UNDER ARTIFICIAL FOG CONDITIONS

E.G. SAMOSHCHENKOV, I.A. FESYUTIN, K.V. GEBRE, A.E. BULANOV

(Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy)

The technology of plant propagation by herbaceous cuttings is one of the most promising methods of vegetative reproduction. Herbaceous cuttings make it possible to obtain own-root plants in sufficient quantities. Such scientists as M.T. Tarasenko, V.V. Faustov, F. Ya. Polikarpova, E.G. Samoshchenkov, V.K. Bakun, V.A. Maslova, L.P., Skali and others made a great contribution to the development of this technology. The basis of the technology of herbaceous cuttings is the natural ability of plants to restore lost organs or parts – regeneration, it gives an opportunity to obtain plants from leafy stem cuttings after the formation of their adventitious roots. The manifestation of regeneration is not uniform and largely depends on various factors, such as life form, genetic characteristics, age and condition of the mother plant, rooting conditions, etc. Herbaceous cuttings allow obtaining high results only when using proven techniques for growing different crops, while the industrial reproduction of promising varieties and rootstocks for them still remains an urgent task requiring the search for new solutions. The aim of the work was to study the effect of different types of pre-planting treatments of green cuttings of clonal rootstocks OP 23–23 and V 2 and substrate on the rooting ability of cuttings (number of 1st order roots, pcs. and length, cm) and their growth indices (length, cm) under conditions of artificial fog. As a result of the research, new data were obtained on ways to increase the rooting ability of herbaceous cuttings. The best results were obtained by treatment of cuttings with IBA, disinfection of substrate (fungicide Maxim – 2 ml/l), treatment with antitranspirants, disinfection of cuttings before planting (UV – 24 hours, Belizna 50 – ml/l), soaking in fertiliser solution (Extrasol – 10 ml/l, Humate+7 Iodine – 1 g/l), pre-lighting with red light. The positive effect of encapsulating the basal part of the cuttings on increasing the yield of planting material has been demonstrated. The only disadvantage of this technique is the need for manual labour, which can be solved quite successfully with the right organization of the process.

Keywords: plum, herbaceous cuttings, clonal rootstocks, OP 23–23, VSL 2, increased rooting ability, pre-planting treatment, disinfection of the substrate, root system, percentage of root-ability, artificial fog.

References

1. Polikarpova F.Ya. Propagation of fruit and berry crops by herbaceous cuttings. M.: Agropromizdat, 1990:52–55. (In Russ.)
2. Polikarpova F.Ya., Pilyugina V.V. Cultivation of planting material by herbaceous cuttings. M.: Rosagronomizdat, 1991:96. (In Russ.)
3. Association of Planting Material Manufacturers: official. website. – URL: <https://www.ruspitomniki.ru/> (In Russ.)
4. Golovin S.E., Pavlova A.Yu., Dzhura N.Yu. Green cuttings: efficiency factors // AgroBusiness: information portal. – 07/15/2020. – URL: https://agbz.ru/articles/zelenoe-chenkovanie/?sphrase_id=1969403 (In Russ.)
5. Tarasenko M.T. Technology of herbaceous cuttings of garden crops: Method. instructions. M.: TSKhA, 1978:34. (In Russ.)
6. Trunov Yu.V., Samoshchenkov E.G., Doroshenko T.N. et al. Fruit growing. M.: Koloss, 2012:415. (In Russ.)

7. Technologies of cultivation of high-quality planting material of fruit and berry plants (monograph). Ed. by Yu.V. Trunov. Michurinsk: Izd. OOO "BIS", 2018:246, il. (In Russ.)

8. *Dospekhov B.A.* Methodology of field experience (with the basics of statistical processing of research results). Moscow: Alyans, 2011:350. (In Russ.)

9. *Trunov Yu.V., Soloviev A.V., Medelyaeva A.Yu., Kulichikhin I.V., Makova N.V.* Methods of vegetative pot experiments with perennial horticultural crops. *The Bulletin of Michurinsk State Agrarian University*. 2019;4 (59):9–13. (In Russ.)

10. *Samoshchenkov E.G., Tikhomirov V.A.* Method of application of growth regulators during rooting of herbaceous plum cuttings. Theses of reports of the 5th International Conference "Regulators of Plant Growth and Development" June 29 – July 1, 1999. Moscow, 1999;2:251. (In Russ.)

11. Reports of RSAU – MTAA: Collection of articles. M.: Izd-vo RGAU-MSKhA imeni K.A. Timiryazeva, 2010;282(1):594–596. (In Russ.)

Сведения об авторах

Самощенко Егор Григорьевич, доцент, канд. с.-х. наук, кафедра плодоводства, виноградарства и виноделия ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева; 127550, Россия, г. Москва, ул. Прянишникова, 6; plodvin@rgau-msha.ru; тел.: (499) 976–21–98

Фесютин Иван Андреевич, аспирант, кафедра плодоводства, виноградарства и виноделия ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева; 127550, Россия, г. Москва, ул. Прянишникова, 6; plodvin@rgau-msha.ru; тел.: (499) 976–21–98

Гебре Кумеса Велдагийоргис, магистр, кафедра плодоводства, виноградарства и виноделия ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева; 127550, Россия, г. Москва, ул. Прянишникова, 6; plodvin@rgau-msha.ru; тел.: (499) 976–21–98

Буланов Александр Евгеньевич, доцент, канд. с.-х. наук, кафедра плодоводства, виноградарства и виноделия ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева; 127550, Россия, г. Москва, ул. Прянишникова, 6; plodvin@rgau-msha.ru; тел.: (499) 976–21–98

Egor G. Samoshchenkov, CSc (Ag), Associate Professor, Department of Fruit Growing, Viticulture and Winemaking, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49, Timiryazevskaya Str., Moscow, 127434, Russian Federation; phone: (499) 976–21–98; e-mail: plodvin@rgau-msha.ru)

Ivan A. Fesyutin, postgraduate student, Department of Fruit Growing, Viticulture and Winemaking, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49, Timiryazevskaya Str., Moscow, 127434, Russian Federation; phone: (499) 976–21–98; e-mail: plodvin@rgau-msha.ru)

Gebre Koumesa Veldagiyorgis, MSc student, Department of Fruit Growing, Viticulture and Winemaking, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49, Timiryazevskaya Str., Moscow, 127434, Russian Federation; phone: (499) 976–21–98; e-mail: plodvin@rgau-msha.ru)

Aleksandr E. Bulanov, CSc (Ag), Associate Professor, Department of Fruit Growing, Viticulture and Winemaking, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49, Timiryazevskaya Str., Moscow, 127434, Russian Federation; phone: (499) 976–21–98; e-mail: bulanov@rgau-msha.ru)

АНАЛИЗ ПОВЕДЕНИЯ ЛОШАДИ ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ С ЧЕЛОВЕКОМ

В.А. ДЕМИН, И.Б. ЦЫГАНОК, Н.А. ВЕСЕЛОВА

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

Проанализирована оценка поведения лошадей по разработанной нами методике, предназначенной для отбора лошадей «хобби-класса» с целью использования в любительском конном спорте и верховой езде. Методика представляет собой балльную систему оценки поведения по определенным критериям с присвоением от 0 до 4 баллов за каждый из них при взаимодействии лошади с человеком. Средняя оценка определяет степень пригодности лошади в качестве животного «хобби-класса». Определено, что наиболее подходящими для применения в качестве лошади для любительского спорта являются кобылы, тогда как породные и возрастные отличия в поведении лошадей выявлены не были. Сопоставлены также оценки поведения и экономические показатели использования лошадей. Получено, что животных, которые имели более высокие оценки за поведение, от 3,0 балла и выше, чаще применяли под неопытными всадниками. Денежный доход от данной группы лошадей был достоверно выше по сравнению с оцененными за поведение низкими баллами.

Ключевые слова: любительский конный спорт, верховая езда, методика оценки поведения лошади, тип ВНД

Введение

Отрасль коневодства является важным ресурсом экономического и социального развития общества. Лошадей используют в разных сферах народного хозяйства: как рабочих, продуктивных, спортивных животных, а также в сфере досуга и рекреации населения. Для применения в названных целях лошади должны обладать необходимыми человеку качествами. Поэтому селекция по ряду хозяйственно-полезных признаков является важным элементом развития коневодства. Для определения потенциальной работоспособности лошадей ученые исследуют различные факторы, в основном зоотехнического плана, в том числе темперамент и поведенческие особенности [2, 4, 17]. В России для исследования поведенческих особенностей используют в основном методику, разработанную Всероссийским научно-исследовательским институтом коневодства, основанную на определении типов высшей нервной деятельности (ВНД) [1–3].

В конном спорте цель, заложенная в руководящие принципы Международной федерации конного спорта (FEI), заключается в бережном отношении к лошади. Любительский спорт и верховая езда также направлены не только на безопасность клиента, но и на сохранение здоровья животных. Благополучие лошадей отражается в их поведенческих реакциях. Поэтому изучение поведения и разработка методов его оценки особенно актуальны в настоящее время. Например, физическое состояние

лошади необходимо уметь правильно соотносить с поведением, поощряемым судьей во время выступления в соревнованиях по выездке. Ученые отмечают также, что определение связи между поведенческими признаками и физиологическими показателями может быть полезным в определении благополучия лошади. Особенности поведения могут быть индикаторами для оптимизации благополучия лошадей [7, 11–14].

Burattini Bibiana и другие ученые из Сиднея изучали такое качество у лошадей, как смелость. Это качество обязательно должно быть присуще животным, которых используют под новичками, так как пугливость делает животное малопригодным для применения под неопытными клиентами. Учеными получено, что чем в более позднем возрасте осуществлена заездка, тем менее смелыми были лошади. Животные, используемые в рабочей выездке, троеборье, и традиционные рабочие лошади смелее, чем те, которые использовались в классической выездке и других дисциплинах [8].

Разработка методов оценки поведения является достаточно острой проблемой как в России, так и во всем мире. Несмотря на достаточно многочисленные исследования в области этологии, оценка поведения основана больше на субъективном восприятии поведенческих реакций. Carol Hall и соавторы указывают, что пока не существует четких общепринятых методов оценки этологических особенностей лошадей для определения их пригодности в том или ином качестве [12, 13]. Одновременно укрепляется мнение о том, что проводить оценку поведения лошадей необходимо, в том числе при определении их племенной ценности. Польскими исследователями предложена и апробирована методика тестирования лошадей для определения пугливости и реактивности по отношению к людям. Была оценена прогностическая, конвергентная и дискриминантная валидность разработанных тестов и рекомендовано применять тестирование при допуске к разведению [10].

Французские ученые (L. Lansade и др.) разрабатывают разнообразные системы тестов для оценки поведения лошадей. Результаты их исследований дают более раскрытое представление о когнитивных способностях лошадей. Авторы показали, что лошади могут скорректировать свою реакцию в зависимости от обстоятельств между их действием и вознаграждением [16].

Другие ученые для поиска объективности оценок этологических реакций изучают связь поведения с некоторыми клиническими показателями. Izabela Wilk и соавторы проводили работу по оценке пригодности лошадей для рекреационных целей, основываясь на поведенческих параметрах и частоте сердечных сокращений (ЧСС) [19].

Ученые ведут также многочисленные исследования, касающиеся изучения показателей поведения и их связи с хозяйственными признаками – в частности, с работоспособностью в спорте. Конфликтное поведение у элитных лошадей в конуре и выездке рассматривали польские и немецкие ученые. По определенным поведенческим действиям лошадей было определено, что животные испытывают стимулы, которые вызывают у них сопротивление или замешательство. Воздействие поводом на положение головы животного волнует многих спортсменов и влияет на оценку судей, поэтому ученые посчитали актуальным исследовать, насколько конфликтное поведение лошади зависит от уровня наклона ее головы. По мнению ряда авторов, лошади, у которых при разминке перед соревнованиями по выездке профиль головы находился за вертикалью, демонстрировали большее сопротивление, чем животные с профилем перед вертикалью [11, 15].

Когда лошадей привлекают к использованию с целью укрепления здоровья и благополучия человека, важно, чтобы тренер обладал обширными знаниями в области этологии лошади. На важность умения обеспечивать контролируемое

взаимодействие животного с человеком указывают американские исследователи. Знание теории о поведенческих навыках, приобретаемых лошадьми, об их способности к обучению является стержневым для бережного отношения к лошади, эффективного обслуживания клиентов и надлежащего управления рисками во время применения лошадей в терапевтических целях [9].

В России лошади «хобби-класса» в любительском конном спорте и верховой езде, с которыми сталкиваются новички, дети и начинающие всадники, получили широкое распространение. Это делает востребованными очень спокойных и добродушных животных. Для отбора таких особей необходимо уметь правильно оценить и проанализировать их поведение при взаимодействии с человеком. Для решения этой задачи определение типа ВНД может служить подспорьем, но методики оценки поведения лошади при сотрудничестве с людьми в нашей стране пока не существует. Как показал обзор научной литературы, за рубежом также нет единой системы оценки поведения лошади.

Исходя из вышесказанного актуальными являются исследования для достижения поставленной нами цели.

Цель исследований: разработать методику оценивания поведения лошади, сопоставить результаты оценок и экономические показатели использования лошадей в любительском конном спорте и верховой езде; выявить межпородные, половые и возрастные различия в оценке поведения лошадей во время взаимодействия с человеком.

Материал и методы исследований

Исследование проводили в течение 4-х периодов в конноспортивных предприятиях: с 1 сентября по 28 сентября 2020 г. (14 гол.), с 11 января по 8 февраля 2023 г. (21 гол.) – на базе КСК РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Москва; с 1 июня по 26 июля 2021 г. (8 гол.) – на базе КСК «Амадей», г. Москва; с 1 сентября по 28 сентября 2021 г. (5 гол.) – на базе ГКЦ «Подольск», Московская область, г. Подольск. Все животные были клинически здоровыми и достаточно однородными по зоотехническим характеристикам. Данные конные клубы наряду со спортивной и учебной программами занимаются хозрасчетной деятельностью («прокатом» лошадей), то есть предоставляют лошадей для верховой езды и любительского конного спорта клиентам за плату. Всего в эксперименте участвовали 48 гол. лошадей, которых разделили на группы по полу, возрасту и породной принадлежности.

На основе предварительных наблюдений в течение 3-х недель (с 10 по 30 августа 2020 г.) до начала эксперимента фиксировались реакции лошадей в различных ситуациях. Наблюдения проводили в течение каждого дня эксперимента с 11:00 до 17:00 за каждой лошадию индивидуально. На основе данных наблюдений разработали методику оценки поведения лошадей. При оценке руководствовались методом «Стимул-реакция» [6]. В качестве стимула для лошади выступали человек и взаимодействие с ним в разных ситуациях. Было выделено 7 ситуаций из повседневной жизни лошади в конноспортивном комплексе. Фиксировали поведенческие реакции лошадей или их отсутствие в ситуациях, представленных в таблице 1.

Наблюдения проводили на территории конюшни, в манеже и на плацу. В зависимости от проявления той или иной реакции лошади и ее психоэмоционального состояния нами составлена этограмма поведения (табл. 2).

Как следует из данных из таблицы 2, нами выделено 3 основные реакции (элементы поведения): 1) добронравие, заинтересованность, дружелюбие; 2) проявление негативной реакции; 3) комфортное поведение.

Таблица 1

**Ситуации (критерии) из повседневной жизни лошади
в конноспортивном комплексе при взаимодействии с человеком**

| № п/п | Ситуации |
|-------|--|
| 1 | Приближение человека к деннику лошади, вход в него |
| 2 | Подход и вход в денник во время кормления животного |
| 3 | Чистка лошади в деннике/на развязке |
| 4 | Сбор (надевание уздечки, седловка) лошади для работы верхом/на корде |
| 5 | Посадка всадника в седло |
| 6 | Работа лошади под верхом |
| 7 | Работа лошади на корде |

Таблица 2

Этограмма поведения лошадей

| Элемент поведения, реакция | Описание проявления поведения (реакции) |
|---|---|
| Проявление добронравности, заинтересованности объектом, дружелюбие | Уши направлены в сторону объекта. Если объект впереди на расстоянии, уши направлены вперед, голова высоко поднята; если объект недалеко, уши направлены вперед, голова опущена вниз. Животное принюхивается, носом может коснуться человека. Движения не быстрые, спокойные. |
| Проявление негативной реакции, недоброжелательности, агрессии | Уши заведены назад и прижаты к голове, уголки рта напряжены и оттянуты вниз, шея напряжена и поднята. Животное направляет взгляд в сторону человека, при этом становится в угрожающую позу, подводя круп вниз, может делать грозящие кусательные движения в сторону человека. Избегает человека, «крутятся» в деннике или отбегая на корде. Под верхом – проявление непослушания, сопротивления, попытки сбросить всадника. |
| Комфортное поведение, отдых, расслабление, отсутствие реакции на человека | Губы расслаблены и отвисают, уши слегка опущены и направлены в разные стороны, может быть на весу (легкий упор зацепом копыта) одна из задних ног. При поедании корма – отсутствие реакции на человека, увлечение поглощением корма. |

Согласно предложенной нами методике оценки лошадь за свою реакцию может получить от 0 до 4 баллов. Чем более поведение было приближено к дружелюбию, заинтересованности, добронравию по отношению к человеку, тем больше баллов получало животное. За проявление негативной реакции снижали оценку (табл. 3). В ситуациях 2 и 3: подход и вход в денник во время кормления животного; чистка лошади в деннике/на развязке, лошадь оценивали высоким баллом при проявлении «комфортного поведения».

Для примера оценивания поведения в той или иной ситуации приводим таблицу с сокращенным описанием критериев оценки по ситуации «Вход в денник».

Критерии оценки поведения при подходе и входе в денник к лошади

| Реакция лошади | Балл |
|---|------|
| Поворачивается задом; норовит укусить или лягнуть... | 0 |
| Пускает в денник, но периодически агрессивно прижимает уши к шее или держит их напряженными и направленными назад... | 1 |
| Стоит спокойно, состояние может быть напряженным; внимательно следит за человеком, при этом не угрожая укусить или лягнуть... | 2 |
| Спокойно стоит, когда заходит человек, или движется к нему навстречу... | 3 |
| Двигается к человеку, поворачивает голову в его сторону; внимание направлено на человека; уши... | 4 |

Экспериментальные наблюдения и оценку проводили в трех повторностях, из которых выводили средний балл за реакцию в той или иной ситуации. По полученным баллам в разных ситуациях животному выставляли среднюю итоговую оценку.

У каждой лошади также учитывали величину нагрузки в течение месяца до начала эксперимента по журналам учета записей клиентов на тренировки по верховой езде и любительскому конному спорту. Нагрузку выражали в человеко-часах. Всадников, пользующихся прокатными услугами, разделили на «опытных», занимающихся любительским конным спортом регулярно в течение более года, и «неопытных», занимающихся изредка, имеющих стаж верховой езды менее года. Лошадей в соответствии с их итоговыми оценками за поведение и использующихся под опытными и неопытными всадниками разделили на группы: «Лучшие» и «Худшие». Исходя из того, что лошадей с оценками от 3,01 балла и ниже доверяли только опытным всадникам, определили оценку в 3,0 балла включительно для группы «Худшие». В группу «Лучшие» вошли животные с оценками от 3,1 балла и выше (оценки округлили до десятых долей). Для каждой из лошадей рассчитывали величину заработанных на их «прокате» финансовых средств за 1 месяц.

Цифровой материал подвергли биометрическому анализу, в том числе для оценки достоверности различий между средними величинами использовали стандартные значения критерия Стьюдента.

Результаты и их обсуждение

Как описано в методике для выявления половых, возрастных и породных различий по поведению, мы подразделили лошадей на группы.

По полу лошади составили следующие пропорции: 9 гол. жеребцов (18,5%), 12 гол. кобыл (25,9%) и 27 гол. меринов (55,6%), то есть, как и в большинстве конных предприятий, где лошадей используют в прокате, в изучаемых хозяйствах предпочитают меринов.

По породной принадлежности лошади были распределены таким образом:

- 28 особей (59,3%) имели породную принадлежность;
- 20 гол. (40,7%) – беспородные (помеси).

Из приведенных цифр следует, что помеси используются в конных клубах достаточно широко, хотя породные животные преобладают (59,3%). В данной

выборке были лошади 12 разных пород, которых мы распределили по группам следующим образом:

- 1) орловская рысистая – 7 гол. (25,0% от породных животных);
- 2) русская рысистая – 7 гол. (25,0%);
- 3) ганноверская – 5 гол. (17,6%);
- 4) «Прочие» – 9 гол. (32,4%).

В группу «Прочие» вошли лошади разных пород по 1 гол.е (3,6%): французская рысистая, русская верховая, арабская, русская тяжеловозная, буденновская, донская, татарская, башкирская и вятская.

Таким образом, от числа породных животных преобладают лошади рысистых пород (15 гол., 53,6%): орловской, русской и французской, которые вполне удовлетворяют потребителя по параметрам «Цена-качество».

Далее следуют лошади ганноверской породы (17,8%), которая достаточно популярна среди верховых лошадей в России. Нередко частные владельцы приобретают ганноверских лошадей, полагая, что это одна из лучших пород в конном спорте, однако не все представители оправдывают надежды спортсменов, и лошади переходят в разряд любительского спорта и верховой езды. Большинство других верховых пород были представлены по одной особи – всего 4 гол. (14,3%): русская верховая, арабская, буденновская, донская.

Присутствуют лошади аборигенных пород (3 гол., 10,8%): башкирская, татарская, вятская, а также 1 гол. русской тяжеловозной породы (3,6%). Эти породы также с большим успехом используют в конных клубах для любительской верховой езды. Но, к сожалению, они не так популярны, как рысистые, верховые породы и их помеси. Их полезные качества известны далеко не всем представителям конных предприятий.

По возрасту поголовье лошадей распределили на 3 группы:

- 1) 27 гол. – 5–14 лет (55,6%);
- 2) 12 гол. – 15–19 лет (25,9%);
- 3) 9 гол. – 20–23 лет (18,5%).

Большинство, как видим, составили особи самого продуктивного возраста – от 5 до 14 лет (55,6%), однако было и немало старых лошадей – от 15 до 19 лет (25,9%), которые вполне справляются с нагрузкой в любительской верховой езде. В нашей выборке присутствовало также немало животных преклонного возраста – 20 лет и старше (18,5%), из чего следует, что лошади могут успешно выполнять данную работу и в такие годы.

Исходя из результатов оценки поведения, характера и интенсивности использования лошадей в прокате, мы разделили испытываемых лошадей на 2 группы (табл. 3). Из данных таблицы 3 можно заключить, что большая часть исследованных лошадей – 29 гол. (60,4%, первая группа, «лучшие») получила от 3,13 балла и выше, при этом 18 из них (37%) получили итоговую оценку выше 3,5 балла. В среднем «лучшие» лошади проявили поведение, которое оценено весьма высоко: $M = 3,42$ б., $lim = 3,13–3,93$ б. В эту группу вошли все кобылы (12 гол.), меринны (14 гол.) и жеребцы (3 гол.). По своим характеристикам эти животные имеют уравновешенное добронравное поведение, хорошо выезжены. Они использовались в работе под неопытными всадниками. Величина финансовых средств, заработанных на их «прокате», составила 87,5 тыс. руб. в месяц на 1 гол. (табл. 4).

Другие 19 лошадей (39,6%, вторая группа, «удовлетворительные») были оценены в среднем меньше на 0,75 б. ($M = 2,67$ б., $lim = 2,20–3,01$ б.). Среди них было 6 жеребцов и 13 мериннов. Во второй группе животные имели «прокатную» нагрузку (31,0 чел. – час/мес.) достоверно ($p \leq 0,01$) меньше на 12,8 чел. – час. в месяц, чем лошади из первой группы (43,8 чел. – час/мес.) (табл. 4). Среди особей во второй

группе были животные, которые не соответствовали требованиям для любителей и неопытных всадников, и их в прокате не использовали. Они работали под профессиональными спортсменами-тренерами, готовившими их к будущей прокатной деятельности. Лошадей, имеющих оценки от 3,0 балла и ниже, вошедших в эту группу, доверяли всадникам, имеющим опыт верховой езды не менее 1 года.

Соответственно экономическая эффективность от использования второй группы лошадей составила достоверно ($p \leq 0,001$) на 34,1 тыс. руб. меньше (53,4 тыс. руб./мес. на 1 гол.), чем на одну лошадь из первой группы (87,5 тыс. руб./мес.), получивших за поведение оценки от 3,13 балла и выше.

Нами выявлены также статистически значимые различия ($p \leq 0,001$) между максимальными и минимальными индивидуальными показателями поведения лошадей, а именно оценками мерина Саркиза, ГКЦ «Подольск» (3,93 б.), и буденновского жеребца Парома, КСК РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (2,20 б.). Данный результат, как указывают в своих работах некоторые авторы, может зависеть от половой принадлежности лошадей [5, 18]. Конечно, молодой возраст жеребца (5 лет) и его невысокая выездженность также оказали влияние на низкую оценку. В настоящее время жеребец не подходит для применения в качестве лошади «хобби-класса», поэтому Парома для использования в любительском конном спорте подготавливает опытный тренер. То же самое относится к орловскому рысистому жеребцу Попкорну (5 лет), который был оценен в 2,33 балла. Он находится в тренинге у спортсмена, имеющего квалификацию мастера спорта. Жеребец Алан (2,26 б.) татарской породы, 5 лет, был тоже недостаточно выезджен, поэтому его доверяли только сильным всадникам. Следует отметить, что жеребцов Парома и Попкорна наметили к кастрации в ближайшем будущем.

Таким образом, наши исследования показали, что лошади, получающие оценки от 3,0 балла и ниже, не подходят для неопытных конников. Причинами их непригодности для любительского спорта и верховой езды являются как их относительно молодой возраст, половая принадлежность (жеребцы), так и недостаточная выездженность (подготовка).

Таблица 4

Показатели использования лошадей, разделенных на группы, получившие лучшие и удовлетворительные (1 и 2 группы) оценки за поведение при взаимодействии с человеком

| Группы лошадей, получившие лучшие и худшие оценки за поведение | Показатели | Раб. дней/мес. | Чел.-час/день | Чел.-час/мес. | Тыс. руб/ мес. на 1 гол. | Lim, тыс.руб/ мес. на 1 гол. |
|--|------------|----------------|---------------|---------------|--------------------------|------------------------------|
| 1. Лошади, оцененные от 3,13 б. и выше, 29 гол. | M | 21,0 | 2,1 | 43,8 | 87,5 | 40,0–160,0 |
| | m | 0,55 | 0,15 | 3,58 | 7,1 | |
| | Cv, % | 14,1 | 38,5 | 44,7 | 44,1 | |
| 2. Лошади, оцененные до 3,01 б. и ниже, 19 гол. | M | 20,4 | 1,6 | 31,0 | 53,4 | 0,0–96,6 |
| | m | 0,66 | 0,09 | 1,63 | 5,7 | |
| | Cv, % | 17,5 | 31,3 | 31,4 | 54,9 | |

Нами было выявлено наличие статистически достоверных различий ($p \leq 0,01$) между самой высокой и наиболее низкой оценками поведения лошадей по ситуациям «Чистка в деннике/на развязке» (3,38 б.) и «Работа на корде» (2,67 б.). Вероятно, такие результаты объясняются тем, что на корде лошадь чувствует большую свободу и может «выпускать пар». Такая работа и предусмотрена для того, чтобы животное расслабилось и размялось перед более сложным трудом под всадником.

Статистически значимые различия между оценками в ситуациях «Чистка в деннике/на развязке», «Приближение к деннику, вход в него», «Нахождение возле денника и вход в него во время кормления», «Сбор лошади для работы верхом/на корде», «Посадка всадника в седло», «Работа под верхом» выявлены не были. Следовательно, можно предположить, что если лошадь имеет высокие оценки за реакции в ряде ситуаций, то и в других из названных ситуаций будет проявлять хорошее поведение.

Показатели оценок для групп лошадей, разделенных на группы по полу, возрасту и породе, представлены в таблице 5.

Таблица 5

Балльная оценка поведения лошадей, разделенных на группы по полу, возрасту и породной принадлежности, балл

| Особи | M | m | Cv, % | lim |
|-----------------------------------|------|------|-------|-----------|
| Все, 48 гол. | 3,10 | 0,03 | 6,7 | 2,20–3,93 |
| Оценки по полу | | | | |
| жеребцы, 9 гол. | 2,79 | 0,11 | 11,8 | 2,20–3,13 |
| мерины, 27 гол. | 3,01 | 0,05 | 8,6 | 2,61–3,93 |
| кобылы, 12 гол. | 3,71 | 0,04 | 3,7 | 3,45–3,86 |
| Оценки по возрасту | | | | |
| 5–14 лет, 27 гол. | 3,02 | 0,09 | 15,5 | 2,30–3,32 |
| 15–19 лет, 12 гол. | 3,11 | 0,16 | 17,8 | 2,20–3,86 |
| 20–23 года, 9 гол. | 3,10 | 0,11 | 10,6 | 2,62–3,67 |
| Оценки по породной принадлежности | | | | |
| Породные, 28 гол., из них: | 3,03 | 0,08 | 13,9 | 2,20–3,67 |
| Орловск. рыс., 7 гол. | 2,90 | 0,09 | 9,8 | 2,33–3,22 |
| Ганнов., 5 гол. | 3,21 | 0,18 | 14,8 | 2,61–3,67 |
| Русск. рыс., 7 гол. | 2,72 | 0,12 | 15,3 | 2,30–3,62 |
| Прочие, 9 гол. | 3,12 | 0,16 | 15,4 | 2,20–3,58 |
| Беспородные, 20 гол. | 3,21 | 0,08 | 11,1 | 2,33–3,86 |

В ходе исследований кобылы (3,71 б.) показали достоверно ($p \leq 0,01$) лучшее поведение по сравнению с поведением мерин (3,01 б.). Жеребцы имели наименьшие оценки (2,79 б.), однако разность у них в сравнении с кобылами и меринами оказалась недостоверной.

Многие авторы считают, что для кобыл, и особенно мерин, характерно более спокойное и человеко-ориентированное поведение в сравнении с поведением жеребцов. Однако на данный момент недостаточно данных для объяснения отсутствия в наших исследованиях достоверных различий между меринами и жеребцами и достоверно более высоких оценок у кобыл в сравнении с меринами, поскольку существует мнение о том, что кастрированные животные должны быть более уравновешенными вследствие стабильного гормонального фона, исключающего половое поведение [5, 7].

Между результатами у групп лошадей разного возраста не выявлены достоверные различия. Вероятно, этот результат связан с усовершенствованием поведения по отношению к человеку у большинства лошадей, которые тренировались регулярно с правильным распределением нагрузок в течение не менее года до начала эксперимента. Однако 5-летние лошади, которые входили в эксперимент, имели продолжительность регулярного целенаправленного тренинга в исследуемых КСК менее года и получили достоверно низкие оценки (2,26 б.) в сравнении с остальными животными ($p \leq 0,05$).

Не было выявлено достаточного количества достоверных различий по поведению между лошадьми разных пород – скорее всего вследствие малого объема групп. Существует тенденция большей величины баллов у беспородных животных (3,21 б.) по сравнению с породными (3,03 б.). У ганноверских лошадей оценка (3,21 б.) достоверно ($p \leq 0,05$) превосходила показатели представителей русской рысистой породы (2,72 б.). Однако в сравнении с другими породами не были выявлены достоверные отличия в оценках их поведения.

Вариабельность оценок составляет большой процент у лошадей в группах, разбитых по возрасту и породам: $Cv\%$ – от 9,8 до 17,9%. Оценка в зависимости от пола животных имела коэффициент изменчивости в диапазоне до 11,8%, у кобыл – самые выравненные результаты (3,7%), более изменчивые показатели были у жеребцов (11,8%).

В среднем по всему поголовью оценка поведения лошадей при взаимодействии с человеком имела достаточно умеренную вариацию: $Cv\% = 6,7\%$ (табл. 3).

Показатели лимитов по всему поголовью обнаруживают расхождение в 1,73 балла (lim 2,20–3,93 б.), что составляет достоверную величину, как указано выше и связано, как мы предположили, с молодым возрастом и полом животного, получившего наименьший балл. Для более детального сравнения рекомендуем проводить подобные исследования с участием большего количества животных.

Выводы

В статье представлены исследования по разработанной методике оценки поведения лошадей «хобби-класса», предназначенных для любительского спорта и верховой езды, в повседневных ситуациях взаимодействия животного с человеком. Проанализировано поведение 48 гол. лошадей из конноспортивных учреждений г. Москвы и Московской области.

Исходя из полученных результатов исследований сформулированы следующие выводы.

1. Оценки «лучших» по поведению лошадей, 29 гол. (60,4%), составили 3,1 балла и выше, при этом 18 гол. из них (37%) получили среднюю итоговую оценку выше 3,5 балла; «худшие» по поведению лошади, 19 гол. (39,6%), получили оценки от 3,0 балла и ниже.

2. Экономическая эффективность от использования «лучших» лошадей составила 87,5 тыс. руб/мес. на 1 гол., что достоверно на 34,1 тыс. руб. больше, чем на одну лошадь из группы «Худшие» (53,4 тыс. руб/мес.), получивших за поведение оценки 3,0 балла и ниже.

4. Лошади показали достоверно ($p \leq 0,01$) лучшие результаты в ситуации «Чистка в деннике/на развязке» (3,38 б.), чем в ситуации «Работа на корде/в руках» (2,67 б.).

5. Статистически значимые различия между лучшей оценкой за ситуацию «Чистка в деннике/на развязке» и оценками поведения в остальных ситуациях («Приближение к деннику, вход в него», «Нахождение возле денника и вход в него во время кормления», «Сбор лошади для работы верхом/на корде», «Посадка всадника в седло», «Работа под верхом») выявлены не были.

6. Кобылы (3,71 балла) проявляли в среднем достоверно ($p \leq 0,01$) более добродушное поведение по сравнению с меринами (3,00 балла) и жеребцами (2,80 балла). Оценки поведения мерина Саркиза (3,93 б.), показавшего наилучший результат, и жеребца Парома (2,20 б.) с наихудшей оценкой достоверно отличались ($p \leq 0,001$). Не были выявлены достоверные различия между результатами животных, разделенных на группы по возрасту и породной принадлежности.

На основании выводов и в связи с выявленными достоверными закономерностями в пользу лошадей с наиболее высокой оценкой поведения по сравнению с животными, оцененными ниже, рекомендуем использовать разработанную нами методику оценки поведения лошадей и отбирать животных «хобби-класса» для неопытных всадников с оценкой за поведение не ниже 3,1 балла.

***Благодарность.** Выражаем благодарность сотрудникам, предоставившим лошадей для эксперимента: из КСК РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Москва; КСК «Амадей», г. Москва; ГКЦ «Подольск», Московская область, г. Подольск, а также благодарим выпускника 2022 г. РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева Пивовар Валерию Дмитриевну за помощь в постановке эксперимента и написании статьи.*

Библиографический список

1. Демин В.А., Никитина Д.А. Тип высшей нервной деятельности и спортивная работоспособность лошадей русской верховой породы // Аграрная наука. – 2011. – № 7. – С. 26–27.

2. Евстратова П.В., Цыганок И.Б. Определение типов ВВД у лошадей советской тяжеловозной породы // Доклады ТСХА. – М.: РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2020. – С. 264–268.

3. Карлсен Г.Г., Ашибоков Л.Х., Брейтшер И.Л., Леонова М.А., Ползунова А.М. Определение типа высшей нервной деятельности лошадей: Методическое руководство / ВНИИК. Лаборатория физиологии. – М., 1970. – 74 с.

4. Науменко И.Б., Демин В.А., Цыганок И.Б., Губарева С.В., Жалнина Т.Б. Работоспособность лошадей в выездке в зависимости от различных параметров // Коневодство и конный спорт. – 2021. – № 6. – С. 37–38.

5. Парелли П. Лучший жеребец – это... мерин // Конный мир. – 2004. – № 1. – С. 56–57.

6. Титов С.В. Наблюдения за поведением животных: Методические рекомендации / Министерство образования РФ; Пензенский государственный педагогический университет им. В.Г. Белинского; Экоцентр «Поле». – Пенза: Изд-во ПГПУ им. В.Г. Белинского, 2000. – 72 с.

7. Bradshaw-Wiley E., Randle H. The Effect of Stabling Routines on Potential Behavioural Indicators of Affective State in Horses and Their

Use in Assessing Quality of Life // *Animals*. – 2023. – № 13 (6). – P. 1065. <https://doi.org/10.3390/ani13061065>.

8. *Burattini B., Fenner K., Anzulewicz A., Rom N., McKenzie J., Wilson B., Mc Greevy P.* Age-Related Changes in the Behaviour of Domestic Horses as Reported by Owners. (2020). *Animals*. 10. 10.3390/ani10122321. – DOI: 10.3390/ani10122321.

9. *Doner E., Ekholm F.* Role of Learning Theory in Training and Handling the Therapy Horse // *Scientific and Educational Journal of Therapeutic Riding*. – 2015. – № 20. – Pp. 61–73. – URL: <https://www.researchgate.net/publication/301691509>.

10. *Górecka-Bruzda A., Sosnowska Z., Jaworski Z., Jezierski T., Chruszczewski M.* Reactivity to humans and fearfulness tests: Field validation in Polish Cold Blood Horses *Applied Animal Behaviour Science // APPL ANIM BEHAV SCI*. – 2011. – № 133. – Pp. 207–215. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2011.05.011>.

11. *Górecka-Bruzda A., Kosińska I., Jaworski Z., Jezierski T., Murphy J.* Conflict behavior in elite show jumping and dressage horses // *Journal of Veterinary Behavior: Clinical Applications and Research*. – 2014. – DOI: 10.1016/j.jveb.2014.10.004.

12. *Hall C., Kay R., Yarnell K.* Assessing ridden horse behavior: Professional judgment and physiological measures // *Journal of Veterinary Behavior*. – 2014. – Vol. 9, Iss. 1. – Pp. 22–29. <https://doi.org/10.1016/j.jveb.2013.09.005>.

13. *Hall C., Huws N., White C., Taylor E., Owen H., Mc Greevy P.* Assessment of ridden horse behavior // *Journal of Veterinary Behavior*. – 2013. – Vol. 8, Iss. 2. – Pp. 62–73. <https://doi.org/10.1016/j.jveb.2012.05.005>.

14. *Hamilton K.L., Lancaster B.E., Carol H.* Equine conflict behaviors in dressage and their relationship to performance evaluation // *Journal of Veterinary Behavior*. – 2022. – Vol. 55–56. – Pp. 48–57. <https://doi.org/10.1016/j.jveb.2022.07.011>.

15. *Kienapfel K., Link Y., König von Borstel U.* Prevalence of Different Head-Neck Positions in Horses Shown at Dressage Competitions and Their Relation to Conflict Behaviour and Performance Marks. 2014. *PLoS PLoS ONE*9(8): e103140. – DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0103140>.

16. *Lansade L., Marchand A., Coutureau E., Ballé C., Polli F., Calandreau L.* Personality and predisposition to form habit behaviours during instrumental conditioning in horses (*Equus caballus*) (2017). *PLOS ONE*. – DOI: 10.1371/journal.pone.0171010.

17. *Parfenov V.A., Tsyganok I.B.* Horse breeding as an important resource of economic and social development of a society // *Veterinarni Medicina: Veterinary Research Institute*. – 2013. – № 3 (9). – Pp. 52–56. [Google Scholar]. 9.pdf (noironline.ru).

18. *Waring G.* *Horses – Behavior*. – Elsevier Science, 2003. – 442 p.

19. *Wilk I., Janczarek I., Zastrzeżyńska M.* Assessing the suitability of Thoroughbred horses for equestrian sports after their racing careers // *Journal of Veterinary Behavior Clinical Applications and Research*. – 2016. – № 15. – DOI: 10.1016/j.jveb.2016.08.075.

ANALYSIS OF THE HORSE'S BEHAVIOR WHEN INTERACTING WITH A PERSON

V.A. DEMIN, I.B. TSYGANOK, N.A. VESELOVA

(Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy)

The article analyzes the evaluation of the horse's behavior according to the methodology developed by the authors and designed for the selection of "hobby class" horses for use in amateur equestrian sports and horse riding. The methodology is a point-based system for evaluating

behavior according to certain criteria, with each of them being assigned 0 to 4 points in the interaction between a horse and a person. The average score determines the degree of suitability of a horse as a “hobby class” animal. Mares were found to be the most suitable for use as amateur sport horses, while there were no breed or age differences in the behavior of the horses. Behavioral and economic indicators of horse use were also compared. It was found that animals with high behavior scores, 3.0 points and above, were more likely to be used by inexperienced riders. The income from this group of horses was higher compared to those with low behavior scores.

Keywords: amateur equestrian sports, horse riding, methods of evaluating the horse’s behavior, type of higher nervous activity.

References

1. Demin V.A., Nikitina D.A. Type of higher nervous activity and sport capacity for work at horses of Russian saddle-horse breed. *Agrarian science*. 2011;7:26–27. (In Russ.)
2. *Evstratova P.V., Tsyganok I.B.* Determination of the types of higher nervous activity in horses of the Soviet heavy draft breed. Collection of Reports of the MTAA. Moscow: Izd. RGAU-MSKhA, 2020:264–268. (In Russ.)
3. *Carlsen G.G., Ashibokov L.H., Breitscher I.L., Leonova M.A., Polzunova A.M.* Definition of the type of higher nervous activity of horses. VNIIC. Laboratory of Physiology. Moscow: B. i., 1970:74. (In Russ.)
4. *Naumenko I.B., Demin V.A., Tsyganok I.B., Gubareva S.V., Zhalina T.B.* Horse performance in dressage depending on different parameters. *Konevodstvo i konniy sport*. 2021;6:37–38. (In Russ.)
5. *Parelli P.* The best stallion is... a gelding. *Konniy mir*. 2004;1:56–57. (In Russ.)
6. *Titov S.V.* Observations of animal behavior: Method. Recommendation. Penza: Izd-vo PGPU im. V.G. Belinskogo, 2000:72. (In Russ.)
7. *Bradshaw-Wiley E., Randle H.* The Effect of Stabling Routines on Potential Behavioural Indicators of Affective State in Horses and Their Use in Assessing Quality of Life. *Animals*. 2023;13(6):1065. <https://doi.org/10.3390/ani13061065>
8. *Burattini B., Fenner K., Anzulewicz A., Rom N., McKenzie J., Wilson B., McGreevy P.* Age-Related Changes in the Behaviour of Domestic Horses as Reported by Owners. *Animals*. 2020;10(12):2321. <https://doi.org/10.3390/ani10122321>
9. *Doner E., Ekholm F.* Role of Learning Theory in Training and Handling the Therapy Horse. *Scientific and Educational Journal of Therapeutic Riding*. *Scientific and Educational Journal of Therapeutic Riding*. 2015;20. 61–73. URL: <https://www.researchgate.net/publication/301691509>
10. *Górecka-Bruzda A., Sosnowska Z., Jaworski Z., Jezierski T., Chruszczewski M.* – Reactivity to humans and fearfulness tests: Field validation in Polish Cold Blood Horses. *Applied Animal Behaviour Science – APPL ANIM BEHAV SCI*. 2011;133:207–215. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2011.05.011>
11. *Górecka-Bruzda A., Kosińska I., Jaworski Z., Jezierski T., Murphy J.* Conflict behavior in elite show jumping and dressage horses. *Journal of Veterinary Behavior: Clinical Applications and Research*. 2014;10(2):137–146. <https://doi.org/10.1016/j.jveb.2014.10.004>
12. *Hall C., Kay R., Yarnell K.* Assessing ridden horse behavior: Professional judgment and physiological measures. *Journal of Veterinary Behavior*. 2014;9(1) 22–29. <https://doi.org/10.1016/j.jveb.2013.09.005>
13. *Hall C., Huws N., White C., Taylor E., Owen H., McGreevy P.* Assessment of ridden horse behavior. *Journal of Veterinary Behavior*. 2013;8(2):62–73. <https://doi.org/10.1016/j.jveb.2012.05.005>

14. *Hamilton K.L., Lancaster B.E., Carol H.* Equine conflict behaviors in dressage and their relationship to performance evaluation. *Journal of Veterinary Behavior*. 2022;55–56:48–57. <https://doi.org/10.1016/j.jveb.2022.07.011>

15. *Kienapfel K., Link Y., König von Borstel U.* Prevalence of Different Head-Neck Positions in Horses Shown at Dressage Competitions and Their Relation to Conflict Behaviour and Performance Marks. *PLOS ONE*. 2014;9(8): e103140. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0103140>

16. *Lansade L., Marchand A., Coutureau E., Ballé C., Polli F., Calandreau L.* Personality and predisposition to form habit behaviours during instrumental conditioning in horses (*Equus caballus*). *PLOS ONE*. 2017;3. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0171010>

17. *Parfenov V.A., Tsyganok I.B.* Horse breeding as an important resource of economic and social development of a society. *Veterinarni Medicina: Veterinary Research Institute*. 2013;3(9):52–56. [Google Scholar] URL: 9.df (noironline.ru)

18. *Waring G.* Horses – Behavior. *Elsevier Science*. 2003:442.

19. *Wilk I., Janczarek I., Zastrzeżyńska M.* Assessing the suitability of Thoroughbred horses for equestrian sports after their racing careers. *Journal of Veterinary Behavior Clinical Applications and Research*. 2016;15:43–49. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0171010>

Сведения об авторах

Демин Владимир Александрович, д-р с.-х. наук, заведующий кафедрой коневодства, РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева; 127434, Российская Федерация, г. Москва, Тимирязевская ул., 49; e-mail: deminmsha@mail.ru; тел.: (917) 511–36–74

Цыганок Инна Борисовна, канд. с.-х. наук, доцент кафедры коневодства, РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева; e-mail: tsyganoki@rgau-msha.ru; тел.: (916) 605–35–98

Веселова Наталья Александровна, канд. биол. наук, доцент кафедры зоологии; 127434, Российская Федерация, г. Москва, Тимирязевская ул., 49; e-mail: veselova_n.a@rgau-msha.ru; тел.: (499) 977–64–76

Vladimir A. Demin, DSc (Agr), Head of the Department of Horse Breeding, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, (49, Timiryazevskaya Str., Moscow, 127434, Russian Federation; phone: (917) 511–36–74; e-mail: deminmsha@mail.ru)

Inna B. Tsyganok, CSc (Agr), Associate Professor at the Department of Horse Breeding, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, (49, Timiryazevskaya Str., Moscow, 127434, Russian Federation; phone: (916) 605–35–98; e-mail: tsyganoki@rgau-msha.ru)

Natalia A. Veselova, CSc (Bio), Associate Professor at the Department of Zoology, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, (49, Timiryazevskaya Str., Moscow, 127434, Russian Federation; phone: (499) 977–64–76; e-mail: veselova_n.a@rgau-msha.ru)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ
ДЛЯ УВЕЛИЧЕНИЯ РОСТОВОЙ АКТИВНОСТИ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ И ДЕКОРАТИВНЫХ РАСТЕНИЙТ.В. ВОСТРИКОВА¹, Х.С. ШИХАЛИЕВ², С.М. МЕДВЕДЕВА²¹ В сероссийский научно-исследовательский институт сахарной свеклы и сахара
им. А.Л. Мазлумова;² В оронежский государственный университет)

*Изучали влияние органических соединений, синтезированных на кафедре органической химии Воронежского госуниверситета, на посевные качества и ростовые показатели листопадного кустарника рододендрона желтого (*Rhododendron luteum* Sweet) и сахарной свеклы (*Beta vulgaris* L.). Цель работы – выявить действие 6-гидрокси-2,2,4-триметил-1,2-дигидрохинолина и его производных на ростовую активность рододендрона желтого и сахарной свеклы. Обработка недрожжируемых семян сахарной свеклы водным раствором 6-гидрокси-2,2,4-триметил-1,2-дигидрохинолином увеличивает энергию прорастания семян на 37–46%, всхожесть семян на 32–40%, среднюю длину проростка на 53–94%, массу 100 проростков на 69–125% по отношению к контролю. Для *Rhododendron luteum* более эффективными веществами на ранних этапах развития можно считать дигидрохинолины, и в меньшей степени – тетрагидрохинолины. Соединение 6-гидрокси-2,2,4-триметил-1,2-дигидрохинолин оказало положительное действие на ростовую активность рододендрона желтого и сахарной свеклы. Под влиянием синтезированных органических соединений значительно улучшились посевные качества и ростовые показатели исследуемых растений.*

Ключевые слова: стимуляторы, ростовая активность, синтезированные органические соединения, декоративные растения, сахарная свекла

Введение

В производство внедряют различные химические вещества, регуляторы роста, стимулирующие и ускоряющие развитие растений. В связи с этим работы в направлении выбора физиологически активных веществ (ФАВ) и эффективных концентраций этих соединений являются достаточно актуальными.

Производные гидрохинолина являются важными гетероциклическими соединениями для синтеза органической и медицинской химии. Большинство соединений содержит хинолоновое кольцо, используемое в сердечно-сосудистых [9], противомаларийных [21] и противоопухолевых средствах [14], антифунгальных препаратах [13], веществах, обладающих противовоспалительной активностью [15]. Кроме того, производные хинолина находят применение в синтезе фунгицидов, вируцидов, биоцидов, алкалоидов и ароматизаторов [21]. Велика роль хинолина как подструктуры в широком спектре натуральных и синтезированных продуктов, поэтому все еще большие усилия по-прежнему направлены на разработку новых структур на его основе [8, 11, 12, 17–20]. Источники литературы свидетельствует о том, что одни

и те же соединения хинолинового ряда в разных концентрациях могут являться как стимуляторами, так и ингибиторами биологических процессов [9, 10, 16]. В связи с этим важными являются исследования, направленные не только на поиск новых соединений и путей их синтеза, но и на расширение области применения – в частности, выявление биологических эффектов воздействия на живые объекты.

Ранее нами было разработано применение синтезированных химических веществ: 6-гидрокси-2,2,4-триметил-1,2-дигидрохинолина, его производных и их гидрированных аналогов [22] и соединения ряда 1-алкил-2,2,4-триметил-6-аминокарботиоил-1,2-дигидрохинолина в диапазоне концентраций 0,01–0,1% для повышения ростовой активности рододендрона Ледебура и других видов рода *Rhododendron* L. [23].

С другой стороны, некоторые из перечисленных соединений снижали высоту растений у однолетника *Salvia splendens* Ker Gawl. и были рекомендованы как ретарданты [4]. Различные проявления биологической активности позволяют называть эти соединения физиологически активными веществами. Однако по ценной технической культуре – сахарной свекле – исследования в направлении поиска регуляторов роста немногочисленны.

Для повышения эффективности размножения все чаще используемых в озеленении города и приусадебных участков рододендронов необходимо использовать дополнительные средства – физиологически активные вещества.

Цель исследований: выявить действие 6-гидрокси-2,2,4-триметил-1,2-дигидрохинолина и его производных на ростовую активность рододендрона желтого и сахарной свеклы.

Материал и методы исследований

Исследования проводили в два этапа: первый – на базе ботанического сада им. профессора Б.М. Козо-Полянского Воронежского госуниверситета, второй – во Всероссийском научно-исследовательском институте сахарной свеклы и сахара им. А.Л. Мазлумова. Изучали влияние ФАВ, синтезированных на кафедре органической химии Воронежского госуниверситета, на посевные качества и ростовые показатели листопадного кустарника рододендрона желтого (*Rhododendron luteum* Sweet) и сахарной свеклы (*Beta vulgaris* L.).

Объектом исследований являлись недражированные семена *Rh. luteum* и *B. vulgaris* линии МС-2113, полученной путем опыления мужскостерильной линии гамма-облученной пылью [1–3].

Перед проращиванием семена замачивали в водных растворах ФАВ в концентрации 0,01%; 0,05%; 0,1% – с экспозицией 18 ч в трех повторностях по 100 семян. В качестве контроля использовали семена, замоченные в водопроводной воде и растворе стандартного стимулятора роста эпинбрасинолида (коммерческий препарат Эпин-экстра производства ННПП «НЭСТ М», РФ) в рабочей концентрации 0,05%. На 21-й день эксперимента производили подсчет проростков для определения всхожести семян и измерение высоты проростков линейкой.

Под посевными качествами семян сахарной свеклы мы понимали энергию прорастания (проростки подсчитывали на 4-й день проращивания) [7] всхожесть семян (проростки подсчитывали на 10-й день проращивания) согласно ГОСТ 22617.2–94 РФ, 21.10.1994 г.). Под ростовыми показателями подразумевали признаки: длина проростка (измеряли на 10-й день начала эксперимента при помощи линейки), масса 100 проростков (определяли на 10-й день на технических весах).

Семена замачивали в водных растворах 6-гидрокси-2,2,4-триметил-1,2-дигидрохинолина с массовой долей 0,01%; 0,05%; 0,1% с экспозицией 18 ч в четырех повторностях по 100 шт. и проращивали при комнатной температуре.

Признак «Масса 100 проростков» является традиционным при исследовании влияния различных факторов на семена, реакцию проростков и посевные качества семян полевых культур [5, 6].

Производили компьютерную статистическую обработку данных с помощью пакета программ «Stadia» 7.0. Энергию прорастания и всхожесть семян в контрольном и опытных вариантах сравнивали с использованием Z-аппроксимации для критерия равенства частот, остальные показатели – по t-критерию Стьюдента. Рассчитывали увеличение энергии прорастания, всхожести семян, средней длины проростков и массы 100 проростков сахарной свеклы в опыте относительно контроля, %.

Результаты и их обсуждение

Всхожесть семян видов рода *Rhododendron luteum* после обработки ФАВ представлена в таблице 1, высота проростков – в таблице 2.

Таблица 1

Всхожесть семян, %, *Rh. luteum* после обработки ФАВ

| Концентрация | Контроль | Эпин | Стимулятор 1 | Стимулятор 2 | Стимулятор 3 | Стимулятор 4 | Стимулятор 5 |
|--------------|----------|------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 0,01% | 52,3 | 54,8 | 56,1 | 64,2* ¹ | 54,6 | 57,8* | 64,2** ² |
| 0,05% | | | 62,5* ¹ | 68,7** ² | 55,4 | 63,5* ¹ | 71,7** ² |
| 0,1% | | | 65,5** ² | 74,6** ² | 67,3** ² | 68,2** ² | 78,4** ² |

*Отличия от контроля (P<0,05).

**Отличия от контроля (P<0,01).

***Отличия от контроля (P<0,001).

¹ Отличия от варианта «Эпин» (P<0,05).

² Отличия от варианта «Эпин» (P<0,01).

³ Отличия от варианта «Эпин» (P<0,001).

Таблица 2

Высота проростков, см, *Rh. luteum* после обработки ФАВ

| Концентрация | Контроль | Эпин | Стимулятор 1 | Стимулятор 2 | Стимулятор 3 | Стимулятор 4 | Стимулятор 5 |
|--------------|----------|----------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 0,01% | 1,1±0,03 | 1,2±0,02 | 1,3±0,03* ¹ | 1,4±0,02** ² | 1,3±0,02* ¹ | 1,4±0,02** ² | 1,5±0,04*** ³ |
| 0,05% | | | 1,4±0,02** ² | 1,5±0,02*** ³ | 1,4±0,03** ² | 1,5±0,03** ² | 1,6±0,03*** ³ |
| 0,1% | | | 1,5±0,03*** ³ | 1,6±0,03*** ³ | 1,5±0,03*** ³ | 1,6±0,03*** ³ | 1,7±0,04*** ³ |

*Отличия от контроля (P<0,05).

**Отличия от контроля (P<0,01).

***Отличия от контроля (P<0,001).

¹ Отличия от варианта «Эпин» (P<0,05).

² Отличия от варианта «Эпин» (P<0,01).

³ Отличия от варианта «Эпин» (P<0,001).

Для увеличения всхожести семян рододендрона желтого соединения 2 и 5 были наиболее эффективными в концентрациях 0,05 и 0,1%. Всхожесть в наибольшей степени повышалась после обработки семян всеми испытанными веществами в концентрации 0,1%. Однако наибольший эффект оказывали соединения 2 и 5 (дигидрохинолины) во всех концентрациях, а также соединения 1 (тетрагидрохинолин) и 4 (дигидрохинолин) концентрациях 0,05 и 0,1% (табл. 1). Та же тенденция влияния предпосевной обработки семян отмечена при анализе высоты проростков рододендрона желтого (табл. 2). Высоту проростков увеличивали соединения 2, 4 и 5 во всех испытанных концентрациях. Соединение 3 (тетрагидрохинолин) проявляло наибольшую активность в концентрации 0,1%.

Приходим к выводу о том, что более эффективными веществами на ранних этапах развития *Rhododendron luteum* можно считать дигидрохинолины, и в меньшей степени – тетрагидрохинолины.

Влияние фактора «обработки ФАВ» и «концентрации» оценивали по результатам дисперсионного анализа, который показал действие на высоту проростков *Rh. luteum* ($P < 0,05$).

Соединение 2 (6-гидрокси-2,2,4-триметил-1,2-дигидрохинолин), одно из наиболее сильных ФАВ для декоративного растения, было испытано на сахарной свекле.

В таблице 4 представлены результаты изменения количественных признаков сахарной свеклы после обработки семян ФАВ: 6-гидрокси-2,2,4-триметил-1,2-дигидрохинолином.

Анализируя таблицу 4, отмечаем повышение энергии прорастания и всхожести семян сахарной свеклы после обработки семян растворами 6-гидрокси-2,2,4-триметил-1,2-дигидрохинолина во всех вариантах у исследуемой линии по сравнению с контролем ($P < 0,05$; $P < 0,01$) и в сравнении со стандартным стимулятором роста коммерческим препаратом Эпин-экстра – вариантом обработки «Эпин» ($P < 0,05$; $P < 0,01$).

Из таблицы 4 следует положительное влияние обработки недражированных семян сахарной свеклы водными растворами 6-гидрокси-2,2,4-триметил-1,2-дигидрохинолина на длину проростка и массу 100 проростков и увеличение средних значений относительно контроля и варианта обработки «Эпин» ($P < 0,05$; $P < 0,01$).

Таблица 4

Количественные признаки сахарной свеклы после обработки семян 6-гидрокси-2,2,4-триметил-1,2-дигидрохинолином

| Концентрация соединения, % | Длина проростка, см | Масса 100 проростков, г | Энергия прорастания, % | Всхожесть семян, % |
|----------------------------|---------------------|-------------------------|------------------------|--------------------|
| Контроль (вода) | 5,8±0,1 | 5,2±0,1 | 58 | 64 |
| Эпин 0,05% | 6,9±0,1 | 6,7±0,1 | 67 | 75 |
| 0,01% | 11,3±0,1**2 | 11,7±0,1**2 | 85**2 | 90**2 |
| 0,05% | 10,7±0,2**2 | 10,8±0,2**2 | 85**2 | 90**2 |
| 0,1% | 8,9±0,2**2 | 8,8±0,1**2 | 80*1 | 85*1 |

*Отличия от контроля ($P < 0,05$).

**Отличия от контроля ($P < 0,01$).

¹ Отличия от варианта «Эпин» ($P < 0,05$).

² Отличия от варианта «Эпин» ($P < 0,01$).

В таблице 5 представлено увеличение количественных признаков сахарной свеклы относительно контроля, %, после обработки 6-гидрокси-2,2,4-триметил-1,2-дигидрохинолином. Во всех вариантах использования водных растворов отмечается положительное влияние обработки семян на их посевные качества и стимуляцию ростовых показателей.

Таблица 5

Увеличение количественных признаков сахарной свеклы относительно контроля, %, после обработки семян 6-гидрокси-2,2,4-триметил-1,2-дигидрохинолином

| Концентрация соединения, % | Длина проростка, см | Масса 100 проростков, г | Энергия прорастания, % | Всхожесть семян, % |
|----------------------------|---------------------|-------------------------|------------------------|--------------------|
| 0,01% | 94,8 | 125,0 | 46,6 | 40,6 |
| 0,05% | 84,4 | 100,8 | 46,6 | 40,6 |
| 0,1% | 53,4 | 69,2 | 37,9 | 32,8 |

Выводы

Таким образом, обработка недражированных семян сахарной свеклы водным раствором 6-гидрокси-2,2,4-триметил-1,2-дигидрохинолина увеличивает энергию прорастания семян на 37–46%, всхожесть семян на 32–40%, среднюю длину проростка на 53–94%, массу 100 проростков на 69–125% по отношению к контролю.

Для *Rhododendron luteum* более эффективными веществами на ранних этапах развития можно считать дигидрохинолины, и в меньшей степени – тетрагидрохинолины. Соединение 6-гидрокси-2,2,4-триметил-1,2-дигидрохинолин (стимулятор 2) оказал положительное действие на ростовую активность рододендрона желтого и сахарной свеклы. Под влиянием синтезированных органических соединений значительно улучшились посевные качества и ростовые показатели исследуемых растений.

Работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования РФ в рамках государственного задания вузам в сфере научной деятельности на 2023–2025 годы, проект № FZGU-2023–0009.

Библиографический список

1. Богомолов М.А. Гетерозис у сахарной свеклы // Сахарная свекла. – 2020. – № 7. – С. 27–30.
2. Богомолов М.А. Использование апомиктических МС-линий при создании гибридов сахарной свеклы (*Beta vulgaris* L.) // Сахар. – 2018. – № 8. – С. 41–45.
3. Богомолов М.А., Федулова Т.П. Интрогрессия апомиксиса – новый путь создания гибридов сахарной свеклы (*Beta vulgaris* L.) // Сахарная свекла. – 2018. – № 2. – С. 2–4.
4. Вострикова Т.В., Калаев В.Н., Бутова Л.С., Медведева С.М., Шихалиев Х.С. Биологические эффекты соединений хинолинового ряда на ростовую активность *Salvia splendens* // Вестник Воронежского государственного университета. Серия «Химия. Биология. Фармация». – 2012. – № 1. – С. 103–106.

5. Колесникова М.В., Безлер Н.В. Биологический способ воспроизводства плодородия почвы в посевах сахарной свеклы // Земледелие. – 2013. – № 4. – С. 6–8.
6. Подвигина О.А., Нечаева О.М. Лазерная активация семян сахарной свеклы // Земледелие и защита растений. – 2019. – № 5. – С. 41–42.
7. Сельскохозяйственный словарь-справочник / Ред. А.И. Гайстер. – М. – Л.: Сельхозгиз, 1934. – 1280 с.
8. Azizian J., Delbari A.S., Yadollahzadeh K. One-Pot, Three-Component Synthesis of Pyrimido[4,5-b]quinoline-tetraone Derivatives in Water // Synthetic Commun. – 2011. – № 44 (22). – Pp. 3277–3286.
9. Balalaie S., Abdolmohammadi S., Bijanzadeh H.R., Amani A.M. Diammonium hydrogen phosphate as a versatile and efficient catalyst for the one-pot synthesis of pyrano [2,3-d] pyrimidinone derivatives in aqueous media // Mol. Diversity. – 2008. – № 12. – Pp. 85–91.
10. Brown C.W., Liu S., Klucik J., Berlin K.D., Brennan P.J., Kaur D., Benbrook D.M. Novel heteroarotinoids as potential antagonists of Mycobacterium bovis BCG // Journal of Medicinal Chemistry. – 2004. – № 47 (4). – Pp. 1008–1017.
11. Denmark S., Venkatraman S. On the mechanism of the Skraup-Doebner-Von Miller quinoline synthesis // J. Org. Chem. – 2006. – № 71. – Pp. 1668–1676.
12. Elkholy Y.M., Morsy M.A. Facile Synthesis of 5, 6, 7, 8-Tetrahydropyrimido[4, 5-b]-quinoline Derivatives // Molecules. – 2006. – № 11. – Pp. 890–903.
13. El-Sayed O.A., Al-Bassam B.A., Hussein M.E. Synthesis of some novel quinoline-3-carboxylic acids and pyrimidoquinoline derivatives as potential antimicrobial agents // Archiv Pharmazie. – 2002. – № 335. – Pp. 403–410.
14. El-Sayed O.A., El-Bieh F.M., El-Aqeel S.I., Al-Bassam B.A. Hussein, M.E. Novel 4-aminopyrimido[4,5-b]quinoline derivatives as potential antimicrobial agents // Bollettino Chimico Farmaceutico. – 2002. – № 141. – Pp. 461–465.
15. El-Sayed O.A., Al-Turki T.M., Al-Daffiri H.M., Al-Bassam B.A., Hussein M.E. Tetrazolo[1,5-a] quinoline derivatives as anti-inflammatory and antimicrobial agents // Bollettino Chimico Farmaceutico. – 2004. – № 143. – Pp. 227–238.
16. Fotie J., Kaiser M., Delfi 'n D.A., Manley J., Reid C.S., Paris J. – M., Wenzler T., Maes L., Mahasenan K.V., Li C., Werbovetz K.A. Antitrypanosomal Activity of 1,2-Dihydroquinolin-6-ols and Their Ester Derivatives // Journal of Medicinal Chemistry. – 2010. – № 53. – Pp. 966–982. – DOI: 10.1021/jm900723w.
17. Ghoneim A.A., Assy M.G. Synthesis of Some New Hydroquinoline and Pyrimido[4,5-b] Quinoline Derivatives // Current Research in Chemistry. – 2015. – № 7 (1). – Pp. 14–20. – DOI: 10.3923/crc.2015.14.20.
18. Marjani A.P., Khalafy J., Ebrahimlo M.A.R. Facile Synthesis of Some New Pyrimidoquinolines // Synthetic Commun. – 2011. – № 41 (16). – Pp. 2475–2482 (<https://doi.org/10.1080/00397911.2010.505701>).
19. Mosalam M.A., El Hamouly S.H., Mahmoud A.A., Khalil A. Binary copolymerizations of 8-methacryloxy-quinoline with methyl methacrylate, methyl acrylate, styrene and acrylonitrile // J. Polym. Res. – 2011. – № 18. – Pp. 2141–2150. – DOI: 10.1007/s10965-011-9624-4.
20. Saudi M.N.S., Rostom S.A., Fahmy H.T.Y., El-Ashmawy I. Synthesis of 2-(4Biphenyl)quinoline-4-carboxylate and Carboxamide Analogues // Article in ChemInform. – 2003. – № 34 (39). – DOI: 10.1002/chin.200339123.
21. Trivedi A., Dodiya D., Surani J., Jarsania S., Mathukiya H., Ravat N., Shah V. Facile one-pot synthesis and antimycobacterial evaluation of pyrazolo[3,4 d]pyrimidines // Archiv Pharmazie. – 2008. – № 341. – Pp. 435–439.

22. Vostrikova T.V., Kalaev V.N., Medvedeva S.M., Novichikhina N.P., Shikhaliev K.S. Synthesized organic compounds as growth stimulators for woody plants // *Periódico Tchê Química*. – 2020. – Vol. 17, № 35. – Pp. 327–337.

23. Vostrikova T.V., Kalaev V.N., Potapov A.Yu., Potapov M.A., Shikhaliev K.S. Use of new compounds of the quinoline series as effective stimulants of growth processes // *Periódico Tchê Química*. – 2020. – Vol. 17, № 35. – Pp. 781–790.

USE OF PHYSIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES TO INCREASE THE GROWTH ACTIVITY OF AGRICULTURAL AND ORNAMENTAL PLANTS

T.V. VOSTRIKOVA¹, KH.S. SHIKHALIEV², S.M. MEDVEDEV²

(¹A.L. Mazlumov All-Russian Research Institute of Sugar Beet and Sugar;
²Voronezh State University)

The effect of organic compounds synthesized at the Department of Organic Chemistry of Voronezh State University on the sowing qualities and growth performance of the deciduous shrub Rhododendron yellow (Rhododendron luteum Sweet) and sugar beet (Beta vulgaris L.) was studied. The purpose of the work was to identify the effects of 6-hydroxy-2,2,4-trimethyl-1,2-dihydroquinoline and its derivatives on the growth activity of Rhododendron yellow and sugar beet. Treatment of uncoated sugar beet seeds with an aqueous solution of 6-hydroxy-2,2,4-trimethyl-1,2-dihydroquinoline increased the seed germination energy by 37–46%, the seed germination by 32–40%, average seedling length by 53–94%, and the weight of 100 seedlings by 69–125% compared to the control. Dihydroquinolines and, to a lesser extent, tetrahydroquinolines may be considered more effective substances in the early stages of development of Rhododendron luteum. The compound 6-hydroxy-2,2,4-trimethyl-1,2-dihydroquinoline had a positive effect on the growth activity of Rhododendron yellow and sugar beet. The sowing qualities and growth traits of the plants studied significantly improved under the effect of synthesized organic compounds.

Key words: stimulants, growth activity, synthesized organic compounds, ornamental plants, sugar beet.

References

1. Bogomolov M.A. Heterosis in sugar beet. *Sakharnaya svekla*. 2020;7:27–30. (In Russ.)
2. Bogomolov M.A. Use of apomictic MS lines in the creation of sugar beet hybrids (Beta vulgaris L.). *Sakhar*. 2018;8:41–45. (In Russ.)
3. Bogomolov M.A., Fedulova T.P. Introgression of apomixis – a new way to create hybrids of sugar beet (Beta vulgaris L.). *Sakharnaya svekla*. 2018;2:2–4. (In Russ.)
4. Vostrikova T.V., Kalaev V.N., Butova L.S., Medvedeva S.M., Shikhaliev H.S. Biological effects substances of hynolins range for the growth activity tagetes patulal. *Proceedings of Voronezh State University. Series: Chemistry. Biology. Pharmacy*. 2012;1:103–106. (In Russ.)
5. Kolesnikova M.V., Bezler N.V. Biological method of reproduction fertility in sugar beet crops. *Zemledelie*. 2013;4:6–8. (In Russ.)
6. Podvigina O.A., Nechaeva O.M. Laser activation of sugar beet seeds. *Zemledelie i zashhita rasteniy*. 2019;5:41–42. (In Russ.)

7. Agricultural dictionary-reference book. Ed. by A.I. Gayster. M. – L.: Sel'khozgiz, 1934:1280. (In Russ.)
8. Azizian J., Delbari A.S., Yadollahzadeh K. One-Pot, Three-Component Synthesis of Pyrimido[4,5-b]quinoline-tetraone Derivatives in Water. *Synthetic Commun.* 2011;44(22):3277–3286.
9. Balalaie S., Abdolmohammadi S., Bijanzadeh H.R. Amani, A.M. Diammonium hydrogen phosphate as a versatile and efficient catalyst for the one-pot synthesis of pyrano[2,3-d]pyrimidinone derivatives in aqueous media. *Mol. Diversity.* 2008;12:85–91.
10. Brown C.W., Liu S., Klucik J., Berlin K.D., Brennan P.J., Kaur D., Benbrook D.M. Novel heteroarotinoids as potential antagonists of *Mycobacterium bovis* BCG. *Journal of Medicinal Chemistry.* 2004;47(4):1008–1017.
11. Denmark S., Venkatraman S. On the mechanism of the Skraup-Doebner-Von Miller quinoline synthesis. *J. Org. Chem.* 2006;71:1668–1676.
12. Elkholy Y.M., Morsy M.A. Facile Synthesis of 5, 6, 7, 8-Tetrahydropyrimido [4, 5-b]-quinoline Derivatives. *Molecules.* 2006;11:890–903.
13. El-Sayed O.A., Al-Bassam B.A., Hussein M.E. Synthesis of some novel quinoline-3-carboxylic acids and pyrimidoquinoline derivatives as potential antimicrobial agents. *Archiv Pharmazie.* 2002;335:403–410.
14. El-Sayed O.A., El-Bieh F.M., El-Aqeel S.I., Al-Bassam B.A. Hussein, M.E. Novel 4-aminopyrimido[4,5-b]quinoline derivatives as potential antimicrobial agents. *Bollettino Chimico Farmaceutico.* 2002;141:461–465.
15. El-Sayed O.A., Al-Turki T.M., Al-Daffiri H.M., Al-Bassam B.A., Hussein M.E. Tetrazolo[1,5-a] quinoline derivatives as anti-inflammatory and antimicrobial agents. *Bollettino Chimico Farmaceutico.* 2004;143:227–238.
16. Fotie J., Kaiser M., Delfi'n D. A., Manley J., Reid C.S., Paris J. – M., Wenzler T., Maes L., Mahasenan K.V., Li, C., Werbovetz K.A. Antitrypanosomal Activity of 1,2-Dihydroquinolin-6-ols and Their Ester Derivatives. *Journal of Medicinal Chemistry.* 2010;53:966–982. <https://doi.org/10.1021/jm900723w>
17. Ghoneim A.A., Assy M.G. Synthesis of Some New Hydroquinoline and Pyrimido[4,5-b] Quinoline Derivatives. *Current Research in Chemistry.* 2015;7(1):14–20. <https://doi.org/10.3923/crc.2015.14.20>
18. Marjani A.P., Khalafy J., Ebrahimlo M.A.R. Facile Synthesis of Some New Pyrimidoquinolines. *Synthetic Commun.* 2011;41(16):2475–2482. <https://doi.org/10.1080/00397911.2010.505701>
19. Mosalam M.A., ElHamouly S.H., Mahmoud A.A., Khalil A. Binary copolymerizations of 8-methacryloxy-quinoline with methyl methacrylate, methyl acrylate, styrene and acrylonitrile. *J. Polym. Res.* 2011;18:2141–2150. <https://doi.org/10.1007/s10965-011-9624-4>
20. Saudi M.N.S., Rostom S.A., Fahmy H.T.Y., El-Ashmawy I. Synthesis of 2-(4Biphenyl)quinoline-4-carboxylate and Carboxamide Analogues. *Article in ChemInform.* 2003;34(39). <https://doi.org/10.1002/chin.200339123>
21. Trivedi A., Dodiya D., Surani J., Jarsania S., Mathukiya H., Ravat N., Shah V. Facile one-pot synthesis and antimycobacterial evaluation of pyrazolo[3,4 d]pyrimidines. *Archiv Pharmazie.* 2008;341:435–439.
22. Vostrikova T.V., Kalaev V.N., Medvedeva S.M., Novichikhina N.P., Shikhaliev K.S. Synthesized organic compounds as growth stimulators for woody plants. *Periódico Tchê Química.* 2020;17(N35):327–337.
23. Vostrikova T.V., Kalaev V.N., Potapov A.Yu., Potapov M.A., Shikhaliev K.S. Use of new compounds of the quinoline series as effective stimulants of growth processes. *Periódico Tchê Química.* 2020;17(N35):781–790.

Сведения об авторах

Вострикова Татьяна Валентиновна, канд. биол. наук, научный сотрудник лаборатории селекции исходного материала и гетерозисных опылителей ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной свеклы и сахара им. А.Л. Мазлумова»; 396030, Российская Федерация, Воронежская область, Рамонский район, ВНИИСС, 86; e-mail: tanyavostric@rambler.ru

Медведева Светлана Михайловна, канд. хим. наук, доцент кафедры органической химии, ФБГОУ ВО «Воронежский государственный университет»; 394018, Российская Федерация, г. Воронеж, Университетская пл., 1; e-mail: smmedvedeva@rambler.ru

Шихалиев Хидмет Сафарович, д-р хим. наук, профессор, заведующий кафедрой органической химии ФБГОУ ВО «Воронежский государственный университет»; 394018, Российская Федерация, г. Воронеж, Университетская пл., 1; e-mail: shikh1961@yandex.ru

Tatyana V. Vostrikova, Research Associate at the Laboratory for Selection of Source Material and Heterotic Pollinators, A.L. Mazlumov All-Russian Research Institute of Sugar Beet and Sugar (86, VNIISS, Ramonsky district, Voronezh region, 396030, Russian Federation; e-mail: tanyavostric@rambler.ru)

Svetlana M. Medvedeva, CSc (Chem), Associate Professor at the Department of Organic Chemistry, Voronezh State University (1, Universitetskaya Sq., Voronezh, 394018, Russian Federation; e-mail: smmedvedeva@rambler.ru)

Khidmet S. Shikhaliev, DSc (Chem), Professor, Head of the Department of Organic Chemistry, Voronezh State University (1, Universitetskaya Sq., Voronezh, 394018, Russian Federation; e-mail: shikh1961@yandex.ru)

АСПЕКТЫ АГРАРНОЙ ПОЛИТИКИ РАЗВИТЫХ СТРАН
ПО РЕГУЛИРОВАНИЮ ЗАНЯТОСТИ, ДОХОДОВ, МИГРАЦИИ
В СЕЛЬСКОЙ МЕСТНОСТИ В КОНТЕКСТЕ СОЦИАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ
СЕЗОННЫХ РАБОЧИХ

Р.Т. КАЗАРЯН

(Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»)

Социальная политика является важнейшим компонентом системы развития агропромышленного комплекса любой страны. Одним из ключевых вопросов, решаемых в рамках социального регулирования отрасли, является сезонная занятость сельскохозяйственных работников. В настоящее время в России на законодательном уровне отсутствует определение данной категории трудящихся, как и меры их социальной защиты. Данный фактор является сдерживающим для эффективного развития отрасли. В этой связи в целях обоснования необходимости усиления социальной поддержки внутренних сезонных рабочих в статье рассмотрен международный опыт в данной сфере. В качестве примера выбраны страны со схожим экономико-географическим положением и испытывающие дефицит рабочей силы в сельском хозяйстве – Европейский союз, Канада, Соединенные Штаты Америки. Анализ практики привлечения трудовых мигрантов для выполнения сезонных работ из-за рубежа показывает, что регулирование занятости таким способом связано с определенными социальными и финансовыми рисками, а в кризисной ситуации представляет угрозу для обеспечения продовольственной безопасности страны. Принимая это во внимание, автор приводит аргументы в пользу привлечения для сезонных работ в России внутренних трудовых ресурсов. При этом отмечена необходимость обеспечения социальных гарантий, льгот и адресной поддержки для указанной категории работников в рамках проводимой социальной политики в сельском хозяйстве. Реализация указанных мер будет способствовать повышению занятости населения в сельском хозяйстве, и как следствие – бесперебойному и эффективному функционированию отрасли.

Ключевые слова: регулирование социальной политики в сельском хозяйстве, сезонная занятость, меры социальной поддержки сезонных рабочих, трудовые мигранты, развитие сельских территорий

Введение

Сельское хозяйство является одной из быстро развивающихся отраслей на протяжении последних 5 лет, демонстрируя положительную динамику в повышении вклада в экономику России. Так, за 2017–2022 гг. валовое производство сельского хозяйства выросло на 19,1% [28]. Достигнуты рекордные показатели по таким культурам, как пшеница, кукуруза, сахарная свекла, подсолнечник и др.

Одним из ключевых факторов, обеспечивающих эффективное функционирование и прирост в отрасли, является рабочая сила. Согласно данным Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (ФАО) с 2001 г. число занятых

в сельском хозяйстве России снизилось практически вдвое и в 2021 г. составило 4,1 млн чел. Тенденция устойчивого сокращения работников в отрасли характерна и для общемировой практики: минус 13% по сравнению с 2001 г. (рис. 1).

Это связано в первую очередь с технической и технологической модернизацией агропромышленного комплекса. Однако инновационное развитие и автоматизация процессов производства в большей степени свойственны крупным агрохолдингам, которые имеют соответствующие финансовые возможности.

Кроме того, основную долю (порядка 95%) зарегистрированных сельскохозяйственных товаропроизводителей России на 1 января 2022 г. составляют фермерские хозяйства и индивидуальные предприниматели (162,4 тыс. ед.), малые и микропредприятия АПК (30,1 тыс. ед.), а также сельскохозяйственные кооперативы (6,3 тыс. ед.) [25].

В своем большинстве эти работодатели не имеют возможности либо необходимости обеспечивать наемных работников круглогодичной занятостью и вынуждены использовать ручной труд с привлечением сезонной рабочей силы, заключая краткосрочные трудовые договоры.

Вместе с тем с точки зрения обеспечения продовольственной безопасности страны и сокращения оттока населения, проживающего и работающего на сельских территориях, вопрос повышения качественных и количественных показателей рынка труда остается весьма актуальным.

Составной частью проблемы низкой сельской занятости является неурегулированность трудовых отношений российских сельхозтоваропроизводителей с людьми, занятыми на сезонных работах в сельском хозяйстве. Особенно это касается вопроса обеспечения социальных гарантий. Так, категория сезонных работников в России законодательно не идентифицирована, отсутствуют специальные меры защиты их прав включая адресную социальную поддержку. Официальная статистика не приводит данные о численности сезонных работников, привлекаемых непосредственно в сельском хозяйстве. Однако для определения масштаба существующей проблемы необходима достоверная информация такого рода. Оценка может быть произведена на основании ежемесячных данных о численности занятых в сельском, лесном хозяйствах, в охоте, рыболовстве и рыбоводстве.

По данным официальной статистики за 2020–2022 гг., наиболее высокие значения колебаний приходится на пик производства растениеводческой продукции, что указывает на концентрацию сезонных работников, занятых в растениеводстве (рис. 2).

За последние 3 года разница в численности занятых на начало периода и на пик сезонных работ составляет в среднем 1 млн чел. ежегодно. Без учета занятых в лесном хозяйстве, рыбоводстве, рыболовстве и охоте общее количество в среднем по стране составит около 600–700 тыс. чел. [18]. Соответственно число привлекаемых для сезонных работ в сельском хозяйстве может оцениваться до 500 тыс. чел., что является весомой предпосылкой для исследования и проработки данного вопроса.

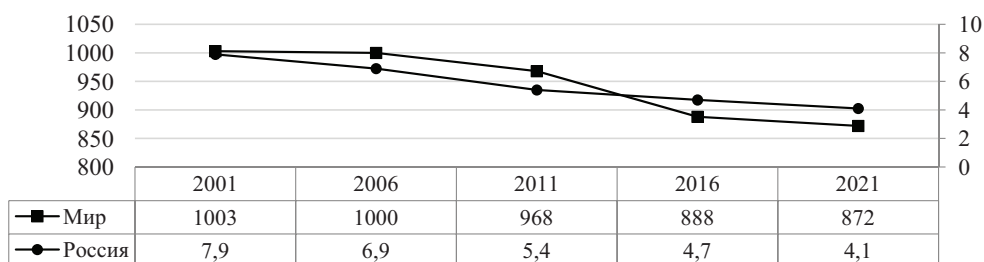


Рис. 1. Численность занятых в сельском хозяйстве в России и мире, млн чел. (составлено автором [14])

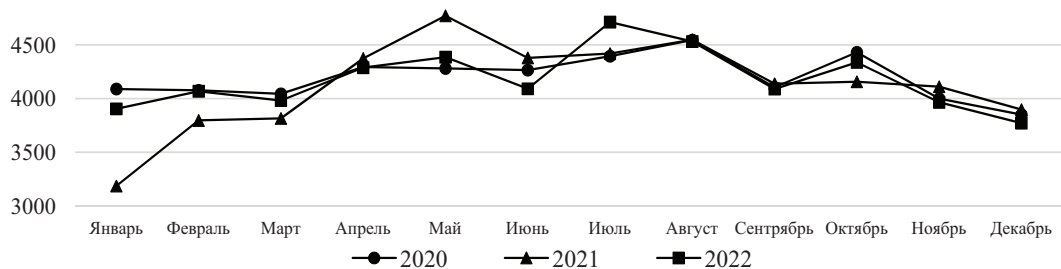


Рис. 2. Численность занятых в сельском, лесном хозяйствах, в охоте, рыболовстве и рыбоводстве в 2020–2022 гг., тыс. чел. (составлено автором [33])

Особенно актуальной рассматриваемая тематика является на сегодняшний день. В России в связи с нестабильным курсом рубля и сокращением доходов приезжающих из-за рубежа рабочих в валютном эквиваленте существует риск их оттока из Российской Федерации. Такую вероятность демонстрируют результаты опроса, проведенного среди представителей узбекской диаспоры России. Согласно данным опроса 228 тыс. чел., или 50% респондентов, думают о том, чтобы уехать из России в связи с ростом курса доллара [27].

Необходимость более глубокой проработки выявленных вопросов послужила толчком к исследованию международного опыта проведения социальной политики в сельских территориях включая социальную поддержку сезонных рабочих сельского хозяйства. В качестве примера выбраны страны, условия экономической деятельности и географические характеристики которых наиболее применимы для России: Европейский союз (ЕС), Канада, Соединенные Штаты Америки.

Цель исследований: обосновать необходимость усиления социальной поддержки сезонных рабочих.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

1. Рассмотреть особенности социальной политики в сельском хозяйстве ЕС, США и Канады.
2. Выявить зависимость сельского хозяйства ЕС, США и Канады от трудовых мигрантов.
3. Изучить влияние пандемии COVID-19 на регулирование сезонной занятости в сельском хозяйстве ЕС, Канады и США.

Материал и методы исследований

Исследования базируются на применении комплексного подхода на основе анализа и синтеза открытых данных в части государственного регулирования социальной поддержки сезонных рабочих. Произведена оценка численности таких трудящихся, занятых в сельском хозяйстве России.

В рамках статьи автором используются термины «внутренние сезонные трудовые ресурсы», «внутренние сезонные сельскохозяйственные работники», под которыми понимаются работники, являющиеся резидентами исследуемой страны, занятыми в сельском хозяйстве в течение сезона.

При подготовке статьи использовались нормативные правовые акты Европейского союза, Канады и США, отечественные и зарубежные источники литературы, данные международной и национальной статистики. Методы исследований – статистический анализ, сравнение, обобщение, графический метод, метод экспертных оценок.

Представленные в статье результаты исследований могут быть использованы для научного обеспечения деятельности отраслевых органов государственного

управления при разработке национальных программных документов в сфере регулирования трудовых отношений работодателей с российскими сезонными сельскохозяйственными работниками, их социальной защиты, а также при подготовке иных документов в области социально-экономического развития АПК и сельских территорий.

Результаты и их обсуждение

Вопросам социальной защиты работников и в целом развития кадрового потенциала сельского хозяйства России и развития сельской территорий посвящены труды отечественных авторов Р.Х. Адукова и А.Н. Адуковой [21], Л.В. Бондаренко [22], А.Н. Герасимова, О.П. Григорьевой и Е.И. Костюковой [23], В.И. Трухачева [29], О.В. Черкасовой [30], А.Г. Папцова и Н.А. Шеламова [35], И.Г. Ушачева [36].

Р.Х. Адуков и А.Н. Адукова относят вопрос развития кадрового потенциала к ключевому направлению государственной поддержки аграрного сектора в кризисное время. Решение проблемы авторы предлагают посредством совершенствования образовательных программ подготовки.

Л.В. Бондаренко в своих трудах отмечает, что основными причинами сокращения сельского населения и дефицита квалифицированных кадров в сельскохозяйственных организациях являются неудовлетворительные условия жизнедеятельности для сотрудников, что в свою очередь сдерживает модернизацию и наращивание производства продукции АПК.

Исследование А.Н. Герасимова, О.П. Григорьевой и Е.И. Костюковой продемонстрировало, что лишь 5 регионов России вошли в группу с высоким уровнем занятости. Решение проблемы видится авторами за счет совершенствования социальной инфраструктуры, образования, поддержки экономической активности крестьянско-фермерских и личных подсобных хозяйств.

В.И. Трухачев делает акцент на важности комплексного подхода государственного регулирования в решении современных проблем сельских территорий, что позволит создать необходимые предпосылки для стабилизации и дальнейшего развития сельскохозяйственной отрасли и обеспечения продовольственной безопасности страны.

О.В. Черкасова в качестве одной из актуальнейших проблем развития сельских территорий Европейского союза обозначает отток молодых людей. Основной проблемой удержания молодого населения в селе, по мнению автора, является недоступность земельных и финансовых ресурсов. Наряду с этим автор определяет как угрозу Единой аграрной политики ЕС давление на бюджет из-за мигрантов.

Исследование под руководством И.Г. Ушачева демонстрирует, что даже при определенных достижениях отрасли в последние годы существуют структурные дисбалансы, среди которых – социальная ситуация на селе.

А.Г. Папцов и Н.А. Шеламова отмечают, что развитию сельских территорий и повышению занятости населения способствует диверсификация сельской экономики. На наш взгляд, это особенно важно для регулирования социальной политики на селе.

Следует отметить, что по отношению к вопросу социальной защиты сезонных работников сельского хозяйства в научных кругах России интерес практически отсутствует. Зарубежные исследователи рассматривают вопросы защиты сезонных работников исключительно в контексте трудовых мигрантов. Например, А.Л. Бинфорд [3] отмечает, что доминирование иностранной рабочей силы в ключевых секторах сельского хозяйства может быть риском для обеспечения продовольственной безопасности государства.

В соответствии с первой поставленной задачей рассмотрим особенности социальной политики в сельском хозяйстве ЕС, США и Канады. Грамотно выстроенная социальная политика способствует повышению экономической эффективности функционирования агропромышленного комплекса. При этом одной из ее важнейших составляющих является социальная защита сезонных сельскохозяйственных работников. Данный вопрос не следует рассматривать в отрыве от социальной политики, проводимой в отношении трудовых ресурсов, занятых в отрасли в целом, так как эти процессы имеют прямую взаимосвязь.

С учетом вышеизложенного целесообразно сфокусировать внимание на усовершенствовании социальной политики в сельском хозяйстве, так как она напрямую влияет на сезонную занятость, о чем свидетельствует опыт зарубежных стран.

Европейский союз. Сельское хозяйство, занимая порядка 1,4% ВВП, традиционно остается важнейшей составляющей европейской экономики. В 2022 г. валовая добавленная стоимость, созданная в отрасли, оценивается в 222,3 млрд евро [13].

Социальная политика в сельской местности рассматривается в ЕС в качестве одной из приоритетных еще с конца 1950-х гг., когда начала функционировать Единая сельскохозяйственная политика (САР). Среди основных ее целей были задекларированы оптимальное использование рабочей силы, обеспечение достойного уровня жизни сельскохозяйственного населения путем повышения индивидуального дохода лиц, которые трудятся в отрасли.

Концепция учета социальной составляющей при развитии сельского хозяйства успешно поддерживается и в настоящее время. В программе САР на 2023–2027 гг. утверждены 10 основных целей, 3 из которых направлены на обеспечение справедливого дохода, привлечение молодых фермеров в отрасль, содействие повышению занятости.

Достижение справедливого дохода связано с обеспечением экономической устойчивости сельскохозяйственного сектора в ЕС для повышения продовольственной безопасности в долгосрочной перспективе. В этих целях используется механизм выплаты пособия, предоставляемого фермерам в виде поддержки базового дохода в расчете на 1 га. Минимальная сумма субсидии варьируется по странам ЕС от 100 до 500 евро.

Привлечение и поддержка молодых фермеров является еще одним ключевым направлением в рамках Единой сельскохозяйственной политики. По данным Европейской комиссии, эта категория населения сталкивается с серьезными проблемами: высокие цены на землю при трудном доступе к кредитам, недостаточная прибыльность и низкое качество образования [11].

Доля молодых фермеров (до 40 лет) в общей численности сельского населения в среднем составляет около 10% и постепенно снижается. Сельскохозяйственное образование имеют 9,1% от общего числа аграриев [12]. В этой связи основная поддержка направлена на обновление поколений и обеспечение преемственности в отрасли. Для этого используются такие финансовые инструменты, как предоставление грантов, льготное кредитование. Кроме того, стимулируется повышение уровня образования.

Содействию занятости, экономическому росту и местному развитию также уделяется повышенное внимание. По данным Европейской комиссии, сельские районы занимают 44% территории ЕС, и на них приходится 19% населения. Эти регионы имеют более низкий среднедушевой доход по сравнению со средним показателем по ЕС и сталкиваются с более высоким уровнем бедности. С учетом этого одними из основных задач САР являются создание рабочих мест в сельских районах, развитие агротуризма, продвижение нишевых рынков (органическая продукция) и внедрение новых технологий в отрасли. Для этого предоставляются субсидии, кредиты,

гарантии и другие меры поддержки для фермеров, малых и средних предприятий, а также совершенствуется инфраструктура.

Наряду с вышеуказанными мерами в ЕС оказывается пенсионная поддержка сельскохозяйственным товаропроизводителям. Так, в Германии функционирует национальная система пенсионного страхования фермеров. Закон о пенсионном обеспечении аграриев гарантирует доступ к пенсионным выплатам, аналогичным тем, которые доступны работникам других секторов [8]. Учитывая сложность регулируемой сферы и важность поддержки отрасли, согласно ст. 12 Закона фермеры могут получить досрочную пенсию с частичным удержанием за 10 лет до достижения стандартного по стране пенсионного возраста. Их супруги приравниваются по статусу и имеют право выйти на пенсию досрочно. Такая программа также способствует достижению цели CAP по смене поколений в сельском хозяйстве.

Таким образом, исходя из анализа основных целей аграрной политики ЕС и механизмов их реализации, а также тенденций в области социальной поддержки сельских территорий в ЕС выявлена проблема обеспечения трудовыми ресурсами, наблюдается устойчивое сокращение занятых в отрасли, что связано с различными факторами: низкий уровень образования, старение фермерского бизнеса, дороговизна материально-технических и земельных ресурсов. На преодоление этих проблем направлено достижение целей, реализуемых в рамках CAP, которые включают в себя меры финансовой и нефинансовой поддержки (гранты, выплаты, досрочный выход на пенсию, развитие инфраструктуры в селе и т.д.).

Канада. Агропродовольственная система Канады играет ключевую роль в национальной экономике. На 2022 г. сельское хозяйство обеспечило трудоустройство 2,3 млн рабочих, произвело продукции на 105 млрд долл., что составило 7% от ВВП. Исторически отрасль занимала значительную долю в структуре экономики, и сельское население составляло большую часть жителей страны. Однако под влиянием процессов урбанизации, с 1960 по 2023 гг., численность сельского населения в процентном соотношении к общему сократилась с 30 до 18% [20].

Сложившаяся ситуация поставила перед государством задачу по повышению комфортности среды для жизни посредством развития сельских территорий. Как отмечает Е.Е. Григорьева, правительство Канады в 1998 г. объявило об 11 приоритетах государственной политики в этом направлении [24]. Большая их часть связана с вопросами социальной политики: здравоохранение, образование и строительство социальной инфраструктуры. В этих целях было создано Партнерство по развитию сельской Канады (Canadian Agricultural Partnership). В его рамках с 1998 по 2008 гг. оказано содействие в реализации многочисленных проектов, предназначенных для устойчивого развития села, а также отдаленных и северных территорий Канады. В частности, в ряде регионов страны были разработаны и использованы различные модели развития поселений. Например, в Квебеке в рамках модели «Réseau Migration – Foire des Villages» отработывалась схема, позволяющая привлекать в сельскую местность городских жителей. В 2006 г. была создана информационная база поселений – Community Information Database (CID), предоставляющая экономическую и демографическую информацию по всем регионам Канады.

Соединенные Штаты Америки. Развитие сельского хозяйства является одним из приоритетов внутренней политики Соединенных Штатов Америки. В 2021 г. вклад сельского хозяйства, пищевой промышленности и смежных отраслей составил примерно 1,26 трлн долл., или 5,4% ВВП. При этом объем продукции, произведенной американскими фермами, оценивается в 164,7 млрд долл. (0,7% ВВП) [18]. Согласно данным ФАО численность занятых в сельском хозяйстве США имеет тенденцию сокращения (рис. 3) [23].

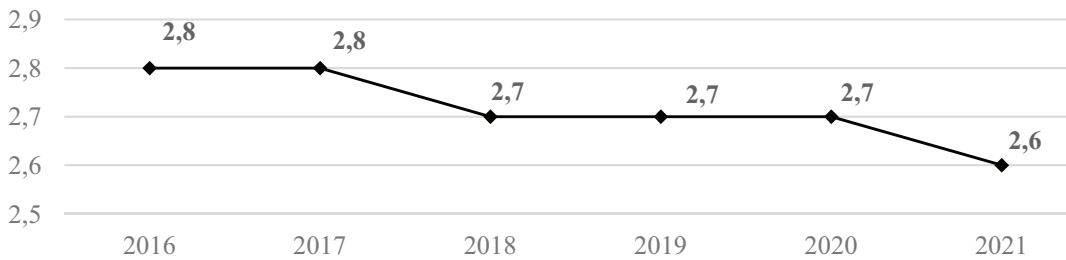


Рис. 3. Численность сельского населения США с 2016 по 2021 гг., млн чел.
(составлено автором [14])

Улучшение условий проживания на сельских территориях – важнейшее направление социально-экономической политики США. В этой связи Министерством сельского хозяйства США разрабатываются различные программы социального развития этой местности.

Программы жилищной помощи. В рамках поддержки государство содействует сельским жителям в покупке готового или в строительстве нового дома за счет предоставления льготного кредитования. Наряду с этим функционирует программа по выдаче займов и кредитов на ремонт жилья по субсидируемой процентной ставке, размер которой для домовладельцев с низким уровнем дохода с 1 сентября 2023 г. составляет 4,125%, тогда как ипотечный кредит на обычных условиях доходит до 7% [31]. В рамках жилищного вопроса применяются также механизмы грантовой поддержки.

Инфраструктурная поддержка. Отличительной особенностью аграрной политики США является повышенный фокус на развитие социальной инфраструктуры. Согласно позиции Министерства сельского хозяйства США высокоскоростной доступ к сети Интернет – это современная потребность, необходимая для процветания сельских районов. При этом, согласно отчету Федеральной комиссии по связи 2020 г., около 1/4 (22,3%) американцев, проживающих в сельских районах, не имеют доступа к фиксированной наземной широкополосной связи со скоростью 25 Мбит/с. В этой связи ведомством разработаны программы по улучшению инфраструктуры за счет инвестиций в высокоскоростной интернет, а также водоочистительные и утилизационные установки. Например, Фондом цифровых возможностей для сельских районов на 10-летний период выделено 20,4 млрд долл. для предоставления широкополосной сети Интернет домохозяйствам и малым предприятиям сельских районов [20]. В 2020 г. был объявлен аукцион по обеспечению широкополосной связи от 20 до 100 Мбит/с более чем 10 млн сельских жителей США, а также сельскохозяйственным предприятиям.

Дистанционное обучение и медицина. Ввиду географической ограниченности сельских территорий и в целях преодоления разрыва между городом и селом в США действуют различные программы государственной поддержки. Например, конкурсная программа грантов Министерства сельского хозяйства США «Distance Learning & Telemedicine Grants» помогает сельским общинам использовать передовые телекоммуникационные технологии для связи с внешним миром, преодолевая последствия удаленности и низкой плотности населения. Жители могут получить от 50 тыс. до 1 млн долл. в целях приобретения средств связи, аудио- и видеоборудования для дистанционного обучения или телемедицины.

Таким образом, изучение опыта США и Канады позволяет сделать вывод о том, что вопросу поддержки сельских территорий уделяется особое внимание. На государственном уровне функционируют различные программы и проекты по формированию и развитию комфортабельной среды для фермеров: от строительства жилья и оснащения высокоскоростным интернетом до повышения уровня образования и здравоохранения

в селе. В то же время в случае возникновения форс-мажорных или неблагоприятных обстоятельств регулирование сезонной занятости в сельском хозяйстве за счет привлечения зарубежных работников может нести риски различного характера.

В соответствии с поставленной в статье третьей задачей рассмотрим данный вопрос на примере влияния пандемии новой коронавирусной инфекции COVID-19 в исследуемых странах. Закрытие границ, тотальный локдаун и финансовый кризис, вызванный пандемией, заставили внести изменения в существовавшие подходы к регулированию занятости в сельском хозяйстве.

Европейский союз. Лидерами среди стран ЕС по привлечению сезонных рабочих-мигрантов являются Кипр, Испания, Италия и Греция [12]. Наиболее зависимым от иностранной рабочей силы в сельском хозяйстве ЕС является плодоовощной сектор. Государства лишь частично компенсируют продолжающееся сокращение собственных трудовых ресурсов на фоне роста занятых в отрасли рабочих из-за рубежа. При этом совместный исследовательский проект Германского экспертного совета по интеграции и миграции и Европейского института миграционной политики декларирует, что официальная статистика не отражает реальности, поскольку многие сезонные рабочие мигранты не проходят процедуру регистрации и осуществляют свою деятельность нелегально [10].

Кроме того, правом ЕС накладываются определенные ограничения в отношении данной категории трудящихся. Например, если сезонные рабочие-мигранты из ЕС имеют право на полное равное обращение с гражданами принимающей страны в соответствии с фундаментальным правом на свободное передвижение работников внутри ЕС, то на граждан третьих стран распространяется действие Директивы 2014/36/ЕС Европейского Парламента, которая содержит ряд условий касательно трудоустройства и некоторых социальных льгот.

В основном положения данного документа направлены на сезонных работников сельского хозяйства. Директива закрепляет их права на въезд и свободное пребывание в стране работы, равное обращение с ее резидентами в отношении условий труда, свободу ассоциации, социального обеспечения, образование, признание дипломов и налоговые льготы.

Согласно документу сезонными являются работники, которые проживают вне территории ЕС и работают в ЕС на время сезона, заключая срочный трудовой договор с фиксированным сроком от 5 до 9 месяцев. Также Директива устанавливает понятие сезонной работы как работы, которая привязана к определенному времени года и носит повторяющийся характер. В эти периоды необходим дополнительный набор рабочей силы, так как интенсивность производства возрастает.

Сезонный работник должен иметь достаточные средства, чтобы не нуждаться, не являться угрозой для общественного порядка, чтобы впоследствии не пополнить ряды нелегальных мигрантов. Трудящиеся, которые не нарушали правила пребывания в стране, могут быть повторно приглашены на следующий год для выполнения сезонных работ.

Таким образом, права сезонных рабочих в Европейском союзе максимально легализованы, однако строгим требованием политики по данному вопросу является их возвращение в страну отправления.

Канада. Привлечение сезонной трудовой силы из стран северной и центральной Америки имеет исторический характер и легализовано на уровне государства. С середины 1960-х гг. сельское хозяйство было одной из основных сфер, где использовался труд иностранных рабочих в Канаде. Зависимость страны от трудовых мигрантов в АПК из года в год лишь возрастает. В 2016 г. около 613 тыс. иностранных граждан в Канаде имели разрешение на работу, что более чем в 2 раза превышает число иностранных рабочих десятилетием ранее (294 тыс. в 2005 г.) [11].

В целях восполнения дефицита трудящихся с 1966 г. действует программа сезонных сельскохозяйственных рабочих «Seasonal Agricultural Workers Program» (SAWP). Правительство Канады и Ямайки заключили соглашение, согласно которому 264 ямайских рабочих прибыли в Онтарио на сбор урожая яблок. Программа оказалась востребованной и с тех пор расширилась. На сегодняшний день она включает в себя условия для приема рабочих из многих стран Карибского бассейна.

Иностранцы, нанятые через SAWP, получают различные льготы и социальную защиту. Работодатель должен гарантировать представление жилья, транспорта, медицинского страхования, а также своевременной оплаты труда. Кроме того, SAWP предусматривается повышенная оплата труда при переработке. Сверхурочная занятость сезонных работников оплачивается в 1,5 раза выше после 8 ч работы в день, за отработанное время более 12 ч в день полагается двойная оплата [16].

Несмотря на свою востребованность и длительное действие, программа привлечения сезонных сельскохозяйственных рабочих подвергается критике среди научных кругов Канады. Например, А.Л. Бинфорд указывает на большую власть фермеров над временными иностранными рабочими (в частности, им запрещено вступать в профсоюзы). Также последствием расширения программы SAWP стало доминирование иностранной рабочей силы в ключевых секторах сельского хозяйства, что может быть риском для обеспечения продовольственной безопасности государства [3]. Наряду с этим в 2022 г. программа SAWP привлекла повышенное внимание со стороны средств массовой информации после серии смертей рабочих. В результате было обнародовано коллективное письмо ямайских мигрантов с акцентом на угнетающие условия труда, в частности, на неподобающие жилищные условия, с требованием создать систему полного и постоянного иммиграционного статуса, а также иметь возможность привозить с собой свои семьи [2].

Таким образом, опыт Канады по привлечению трудовых мигрантов для сезонных работ в сельском хозяйстве демонстрирует социальные риски, связанные со здравоохранением и оплатой труда, которые приходится компенсировать за счет бюджета. Более того, со временем у данной категории работников появляется желание стать частью общества, в котором они трудились и где прожили значительную часть своей жизни. Например, А.Л. Бинфорд выражает мнение о том, что иммигранты страдают от депрессии и тревоги, одиночество и оторванность от семьи порождают девиантное поведение. Все эти факторы связаны, в том числе, с тем, что в Канаде нет условий, позволяющих сезонным сельскохозяйственным работникам стать постоянными жителями и привезти сюда свои семьи [4].

Канадский пример указывает на то, что развитие миграционной политики в целях экономического развития сельского хозяйства – куда более сложный путь, чем совершенствование социальной политики в адрес внутренних трудовых ресурсов.

Соединенные Штаты Америки. Аграрная отрасль США сталкивается с хронической нехваткой рабочей силы, которая вдобавок ко всему усугубилась пандемией COVID-19. Согласно оценке Федерации фермерских бюро США сельскохозяйственному сектору ежегодно требуется от 1,5 до 2 млн рабочих [32]. Например, в 2019 г. 56% фермеров Калифорнии сообщили о том, что не смогли найти необходимое количество рабочей силы.

Подобная ситуация вынуждает государственные органы проводить политику по привлечению иммигрантов. В ином случае существует риск как обеспечения продовольственной безопасности, так и роста цен на продукты питания и увеличения числа обанкротившихся ферм. В этой связи экономические показатели работы американского сельского хозяйства напрямую связаны с иностранными трудящимися. Согласно данным исследовательской и правозащитной организации New American

Еconomy в 2019 г. примерно 450 тыс. чел., или более половины всех наемных работников, на фермах в США были иммигрантами [22]. Во многих «аграрных» штатах трудящиеся из-за рубежа составляют значительную долю работников сельского хозяйства: в частности, в Калифорнии – 79,3% от общего числа занятых; в Вашингтоне – 77,7%; во Флориде – 70,9%.

В настоящее время в США высоко востребованной является программа временных сельскохозяйственных рабочих H-2A, которая действует с 1987 г. [19]. Так, в 2019 г. в рамках ее реализации было выдано 258 тыс. сертификатов на получение визы. Согласно условиям сельскохозяйственные производители, которые испытывают нехватку местных рабочих для выполнения сезонных работ, вправе приглашать иностранную рабочую силу. Участвовать в программе могут трудящиеся, которые заняты выращиванием сельскохозяйственных культур. Срок пребывания в стране по полученному сертификату H-2A составляет до 10 месяцев в году. Отличительной особенностью программы является условие, заключающееся в том, что занятые в круглогодичных отраслях сельского хозяйства (например, животноводы) не могут воспользоваться данной программой.

Нормативное регулирование США обеспечивает защиту трудящихся, в частности, в отношении заработной платы и условий труда.

В свою очередь, большинство законов о труде в США применяется и к сезонным работникам, однако имеются определенные особенности. Например, Федеральный закон о справедливых трудовых стандартах (FLSA) обязывает компании платить сезонным сотрудникам в 1,5 раза больше обычной ставки заработной платы за часы, отработанные свыше 40 ч в течение рабочей недели [17]. Наряду с этим в стране установлено правовое определение категории сезонных работников, что важно с точки зрения адресного государственного регулирования, предоставления прав и мер поддержки. Следует отметить, что данная практика помогает оптимизировать контрольную функцию законодательства.

Согласно п. 3 раздела 42 Кодекса США 254b «О здравоохранении и социальном обеспечении» (42 U.S. Code, параграф 254b) сезонный сельскохозяйственный рабочий – это лицо, основная занятость которого связана с сельским хозяйством на сезонной основе и которое не является мигрирующим сельскохозяйственным рабочим [17]. Сельское хозяйство определяется как отрасль экономики, включающая в себя возделывание и обработку почвы, производство, культивирование, выращивание и сбор любого товара, выращенного на земле, в ней или в качестве дополнения или части товара, выращенного на земле или на ней. Исходя из данной нормы в США сезонными работниками признаются те, кто занят в отрасли растениеводства.

В нормативной практике США выделяют два типа сезонных занятых в сельском хозяйстве: мигрирующий и немигрирующий внутри США [17].

Подпунктом 8А параграфа 1802 Кодекса США № 29 мигрирующий сельскохозяйственный рабочий определяется как физическое лицо, которое занято в сельскохозяйственной работе сезонного или иного временного характера и которое отсутствует в ночное время по своему постоянному месту жительства.

Подпунктом 10А немигрирующий сезонный рабочий определяется как физическое лицо, которое занято в сельскохозяйственной работе сезонного или другого временного характера и не отсутствует в ночное время по своему постоянному месту жительства:

- при работе на ферме или ранчо при выполнении полевых работ, связанных с посадкой, культивацией или сбором урожая;
- при занятости в консервировании, упаковке, хлопкоочистке, кондиционировании семян или связанных с ними исследованиях или перерабатывающих операциях.

Кроме того, в соответствии с подпунктами 8В и 10В мигрирующие и немигрирующие внутри США сельскохозяйственные рабочие не могут являться ближайшими родственниками работодателя или подрядчика по трудоустройству на ферме, а также трудовыми иммигрантами.

Таким образом, в США привлечение сезонных трудовых иммигрантов для выполнения сельскохозяйственных работ носит традиционный и устойчивый характер. В нормативной практике страны четко определена категория внутренних сезонных рабочих, функционируют различные меры государственной поддержки, оказываемые им в адресной форме: например, в части предоставления социальных гарантий, упрощения въезда (получение рабочих виз).

В соответствии с третьей поставленной задачей предлагаем рассмотреть влияние пандемии COVID-19 на регулирование сезонной занятости в сельском хозяйстве ЕС, Канады и США.

Пандемия новой коронавирусной инфекции COVID-19 оказала значительное влияние в исследуемых странах на привлечение трудовых мигрантов из-за рубежа. Закрытие границ, тотальный локдаун и финансовый кризис, вызванный пандемией, заставили внести изменения в существовавшие подходы к регулированию занятости в сельском хозяйстве.

Европейский союз. Пандемия COVID-19 выявила ряд проблем в отрасли: например, вопросы передвижения мигрантов и неудовлетворительных условий труда. Особенно обострилась ситуация с 17 марта 2020 г. – после того, как страны ЕС приняли решение закрыть внешние и шенгенские границы на 30 дней. Ограничительные меры нарушили традиционные потоки рабочей силы в критических секторах экономики, которые сильно зависят от труда мигрантов, в частности, в сельском хозяйстве. В результате был нанесен значительный ущерб отрасли, появились проблемы со сбором урожая. Как отмечает О.Ю. Потемкина, самые бедные граждане ЕС оказались наиболее важными работниками [26]. В этой связи на наднациональном уровне была принята резолюция Европейского парламента о защите сезонных рабочих с призывом к государствам-членам обеспечить надлежащее выполнение соответствующего законодательства ЕС и недопущение угрозы продовольственной безопасности. В Европейскую комиссию был направлен запрос на подготовку новых руководящих принципов и рекомендаций для долгосрочного решения данной проблемы, в том числе относительно злоупотребления принимающих сторон. Уже к середине 2020 г. Европейская комиссия выпустила руководство по защите сезонных работников в контексте пандемии с привлечением Европейского управления труда.

На национальном уровне подход был несколько иным. На первый план вышла задача по обеспечению отрасли собственными трудовыми ресурсами. Например, во Франции Министерство сельского хозяйства в свете нехватки рабочей силы призывало граждан помочь убирать урожай. В целях объединения трудящихся и работодателей в одну экосистему была создана платформа «Des bras por ton assiette» [5]. Портал предоставлял возможность работодателям найти сотрудников, а работникам – вакантные места. Проблема была решена быстро: с 24 марта 2020 г., когда было объявлено о начале кампании, и уже к 11 мая 2020 г. с помощью «Des bras pour ton assiette» было привлечено 350 тыс. чел.

Наряду с этим в целях смягчения экономических последствий кризиса, вызванного пандемией, и способствования реинтеграции сезонных рабочих организация Action Logement и Министерство сельского хозяйства Франции с 1 апреля 2020 г. учредили пособие в размере 300 евро на два месяца для покрытия расходов на жилье. Одними из условий его получения являются наличие сезонного трудового договора и снижение доходов ниже 1,5 установленного минимального размера оплаты

труда. Данная мера поддержки оказалась востребованной, и в 2023 г. ее объем вырос до 600 евро [9].

В период кризиса в некоторых странах ЕС была оказана помощь населению для сохранения уровня занятости и доходов. Так, в Италии правительство выделило 10,3 млрд евро на укрепление системы социальной защиты – в частности, на пособия в размере 600 евро по временной безработице для самозанятых и сезонных работников всех производственных секторов включая предприятия с численностью менее 5 чел.

Канада. Зависимость от сезонных мигрантов в сельском хозяйстве создала риски для аграрной политики Канады в кризисной ситуации. После введения ограничений, связанных с запретом на передвижение и карантин, отрасль столкнулась с угрозой нехватки трудовых ресурсов. Государство решало проблему посредством привлечения мигрантов с большими послаблениями, а также за счет увеличения роли собственных рабочих.

В ноябре 2020 г. Канада запустила пилотную программу «Agri-Food Immigration Pilot», направленную на помощь временным иностранным работникам в получении постоянного места жительства. Ранее работники-мигранты фермерских хозяйств, которые приезжали в Канаду по программе SAWP для сезонных работ, имели только ограниченное разрешение на работу без возможности постоянного проживания.

Наряду с продолжающейся политикой по привлечению трудящихся из-за рубежа для выполнения сезонных работ в Канаде начали активно привлекать местное население. Например, Правительство Квебека инвестировало 33 млн долл. США в поддержку набора сельскохозяйственных рабочих посредством объявления программы «Работа на ферме: я отправляюсь в поле!». Меры поддержки включали в себя надбавку к заработной плате в размере 75 долл. США сотрудникам, которые работают минимум 25 ч в неделю, а также финансирование центров поддержки занятости в сельском хозяйстве для облегчения подбора вакансий и рабочих [15].

Соединенные Штаты Америки. Кризис, вызванный пандемией COVID-19, оказал негативное влияние на обеспечение сезонной трудовой силой в сельском хозяйстве США. Массовые увольнения, внеплановые отпуска и сокращение рабочего времени нарушили работу рынков труда. Востребованность в сезонных рабочихкратно возросла. В результате задержки прибытия сезонных иммигрантов из Мексики, которые обычно собирали пшеницу, американские фермеры оказались зависимыми от водителей школьных автобусов и других специалистов в управлении уборочными машинами. В этой связи ущерб от неубранного урожая сельскохозяйственной продукции составил 13 млн долл. США [6].

В ответ на сложившуюся ситуацию Госдепартамент США наделил сотрудников консульств возможностью отменять личные собеседования заявителей на получение визы для временных работников сельского хозяйства H-2A. Кроме того, 27 марта 2020 г. правительство США приняло Закон CARES для поддержки семей из фонда помощи.

Выводы

По результатам анализа международного опыта, проведенного исходя из поставленных в статье задач, можно сделать следующие основные выводы.

1. В исследуемых странах применяются эффективные практики социального регулирования, которые направлены на стимулирование заинтересованности населения в потенциальном трудоустройстве в отрасль и в перспективе решают вопрос сезонности труда. Одна из них – содействие обновлению поколений и обеспечение

преимущества в сельском хозяйстве, что имеет стратегическое значение для будущего данного сектора экономики. Кроме того, развитые страны стремятся создать комфортную среду проживания в селе за счет совершенствования здравоохранения, образования, в том числе путем применения дистанционного, и строительства социальной инфраструктуры. Важно отметить также опыт анализируемых стран по созданию новых рабочих мест в сельских районах, в том числе за счет нишевых рынков, по развитию агротуризма. В этих целях используются механизмы выплаты пособий и субсидий, реализации программ жилищной помощи, предоставления грантов, льготного кредитования, а также социальных гарантий – таких, как, например, пенсионная поддержка фермеров.

2. Значительное влияние на работу аграрного сектора в ЕС, Канаде и США оказывают трудовые иммигранты. Их привлечение для выполнения сезонных сельскохозяйственных работ носит традиционный и устойчивый характер. В целях восполнения дефицита рабочих мест для них действуют различные инструменты по упрощению въезда и социальные гарантии, однако накладываются определенные ограничения в части трудоустройства, перемещения внутри страны пребывания, получения льгот и необходимости возвращения в страну отправления.

3. Столкнувшись с кризисной ситуацией во время пандемии COVID-19, исследуемые страны оказались практически в безвыходном положении: ввиду высокой зависимости от трудовых иммигрантов сеять и убирать урожай стало некому. В этой связи были применены различные подходы к регулированию сезонной занятости в сельском хозяйстве. США упростили въезд иностранным рабочим, в то время как государства ЕС (Германия, Франция), напротив, приняли меры для вовлечения собственных трудовых ресурсов. При этом некоторые из программ продолжили функционировать и после снятия коронавирусных ограничений.

Анализируя международный опыт, можно констатировать, что доминирование иностранной рабочей силы в сельском хозяйстве несет риски в области продовольственной безопасности, а также социальные и финансовые риски, а политика по привлечению трудовых иммигрантов для выполнения сезонных работ является достаточно сложным и дорогостоящим инструментом.

Таким образом, для достижения полной занятости сельского населения и повышения уровня его жизни в России целесообразно сфокусировать внимание на усовершенствовании социальной политики в сельской местности, в том числе для сезонных рабочих. Кроме того, на законодательном уровне важно идентифицировать категорию сезонных работников, урегулировать их трудовые отношения с работодателями, а также выработать специальные меры по защите их прав, дополнительные преференции включая адресную социальную поддержку.

Библиографический список

1. *Ali Raza*. Jamaican migrant workers in Ontario pen open letter likening conditions to «systematic slavery». – [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.cbc.ca/news/canada/toronto/jamaican-migrant-workers-open-letter-1.6557678/>.

2. *Binford A.L.* Assessing temporary foreign worker programs through the prism of Canada's Seasonal Agricultural Worker Program: can they be reformed or should they be eliminated? // *Dialectical Anthropology*. – 2019. – Т. 43, № 4. – С. 347–366.

3. *Binford A.L.* Migrant Remittances and (Under) Development in Mexico // *Critique of Anthropology*. – 2003. – № 23 (3). – Pp. 305–336.

4. *Brugger K.* Labor Shortage Leaves \$13 Million in Crops to Rot in Fields. – [Электронный ресурс] – URL: <https://www.independent.com/2017/06/22>.

5. *Des bras pour ton assiette website*. – [Электронный ресурс]. – URL: <https://des-braspourtonassiette.wizi.farm/>
6. *European union CAP. Network*. – [Электронный ресурс]. – URL: https://eu-cap-network.ec.europa.eu/topics/generational-renewal_en.
7. Герасимов А.Н., Костюкова Е.И., Григорьева О.П. Проблемы занятости населения в сельском хозяйстве // АПК: экономика, управление. – 2022. – № 1. – С. 30–35.
8. Gesetz über die Alterssicherung der Landwirte – ALG 29.07.1994. – [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.gesetze-im-internet.de/alg/ALG.pdf>.
9. *L'Association Nationale pour l'Emploi et la Formation en Agriculture, Aide au logement*. – [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.anefa.org/qui-etes-vous/travailleurs-saisonniers-en-agriculture/aide-au-logement/>.
10. *Legal migration for work and training: Mobility options to Europe for those not in need of protection*. – [Электронный ресурс]. – URL: https://www.svr-migration.de/en/publication/mobility_options_to_europe/.
11. *Macrotrends. Canada Rural Population 1960–2023*. – [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.macrotrends.net/countries/CAN/canada/rural-population>.
12. *Migrant seasonal workers in the European agricultural sector EPRS | European Parliamentary Research Service Author: Marie-Laure Augère-Granier Members' Research Service PE689.347*. – February 2021.
13. *New American Economy, Agriculture*. – [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.newamericaneconomy.org/issues/agriculture/>.
14. FAOSTAT. Employment in agriculture, forestry and fishing – ILO modelled estimates. – [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.fao.org/faostat/ru/#data/OEA>.
15. *Par Saint-Paul-d'Abbotsford dans Non classé Publié le avril 22, 2020 Travailler à la ferme, j'y vais Sur-Le-Champs*. – [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.saint-pauldabbotsford.qc.ca/travailler-a-la-ferme-jy-vaais-sur-le-champs/>.
16. *Seasonal Agricultural Workers Program of Canada*. – [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.canada.ca/en/revenue-agency/services/forms-publications/publications/rc4004/seasonal-agricultural-workers-program.html>.
17. *United States Code*. – [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.govinfo.gov/app/collection/uscode/2022/>.
18. *United States Department of agriculture USDA. Programs and services*. – [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.rd.usda.gov/programs-services>.
19. *United States Department of labor. H-2A Temporary Agricultural Program*. – URL: <https://www.dol.gov/agencies/eta/foreign-labor/programs/h-2a>.
20. *USAC Rural Digital Opportunity Fund*. – [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.usac.org/high-cost/funds/rural-digital-opportunity-fund/>.
21. Адуков Р.Х., Адукова А.Н. Укрепление кадрового потенциала сельхозорганизаций как наиболее целесообразное направление господдержки сельского хозяйства в условиях кризиса // Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве. – 2020. – № 11 (68). – С. 32–39.
22. Бондаренко Л.В. Социальное и трудовое обеспечение развития агропромышленного комплекса России // Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве. – 2019. – № 12. – (Аграрная политика и государственное регулирование АПК). – С. 3–16. – DOI: 10.33938/1912-3.
23. Герасимов А.Н., Костюкова Е.И., Григорьева О.П. Проблемы занятости населения в сельском хозяйстве // АПК: экономика, управление. – 2022. – № 1. – С. 30–35.
24. Григорьева Е.Е. Опыт Канады по развитию сельских территорий // Никоновские чтения. – 2011. – № 16. – [Электронный ресурс]. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/opyt-kanady-po-razvitiyu-selskih-territoriy>.

25. Малое и среднее предпринимательство в России: Доклад. – Росстат, 2022. – 101 с. – [Электронный ресурс]. – URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/12781>.
26. Потемкина О.Ю. Европейский союз: сезонные рабочие в условиях пандемии // Научно-аналитический вестник ИЕ РАН. – 2020. – № 5. – С. 45–51.
27. Разумный Е. «Из-за роста курса доллара заработки иностранных граждан в России снижаются и становятся все более сопоставимыми с доходами на родине» // Ведомости. – URL: <https://www.vedomosti.ru/society/articles/2023/08/15/990094>.
28. Сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство: Доклаж. – Росстат, 2023. – [Электронный ресурс]. – URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/12781>.
29. Трухачев В.И., Громов Е.И. Оценка уровня развития сельских территорий в разрезе регионов России // Экономика сельского хозяйства России. – 2016. – № 4. – (Социальные проблемы сельских территорий). – С. 57–65.
30. Черкасова О.В. Поддержка молодых фермеров в Евросоюзе и их роль в развитии сельских территорий // Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве. – 2019. – № 7. – С. 74–80 – (Международные отношения и мировой опыт ведения сельского хозяйства). – DOI: 10.33938/197-74.
31. Шония Г.В. Понятие и правовое регулирование труда сезонных работников в России и за рубежом: сравнительный анализ // Актуальные проблемы российского права. – 2016. – № 8. – С. 108–114.
32. American Farm Bureau Federation (AFBF), Agriculture Labor Reform. <https://www.fb.org/issue/labor/agriculture-labor-reform>.
33. Численность занятых в сельском, лесном хозяйстве, охоте, рыболовстве и рыбоводстве на 01.01.2023 // Единая межведомственная информационно-статистическая система ЕМИСС. – [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/59195>.
34. Костюкова Е.И., Бобрышев А.Н., Громов Е.И., Авакян В.А. К вопросу об оценке социально-экономического развития сельских территорий на основании стандарта качества жизни // Известия ТСХА. – 2023. – № (1). – С. 114–129. <https://doi.org/10.26897/0021-342X-2023-1-114-129>.
35. Папцов А.Г., Шеламова Н.А. Диверсификация сельской экономики: значение, выгоды и риски // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. – 2019. – № 8. – С. 2–6.
36. Ушачев И.Г., Серков А.Ф., Маслова В.В., Чекалин В.С. Актуальные направления совершенствования аграрной политики России АПК // Экономика, управление. – 2019. – № 3. – (Аграрная политика: проблемы и решения). – С. 4–16. – DOI: 10.33305/193-4.

ASPECTS OF THE AGRICULTURAL POLICY OF DEVELOPED COUNTRIES
ON THE REGULATION OF EMPLOYMENT, INCOME AND MIGRATION
IN RURAL AREAS IN THE CONTEXT OF SOCIAL PROTECTION
OF SEASONAL WORKERS

R. T. KAZARYAN

(National Research University – Higher School of Economics)

Social policy is the most important component of the development system of the agro-industrial sector of any country. Seasonal employment of agricultural workers is one of the key issues of social regulation of the sector. Currently in Russia there is no definition of this category of workers at the legislative level, nor are there any measures for their social protection.

This factor is an obstacle to the effective development of the industry. In this regard, in order to substantiate the need to strengthen social support for domestic seasonal workers, the article examines international experience in this area. As an example, countries with similar economic and geographical location and with labour shortages in agriculture are selected – the European Union, Canada, the United States of America. The analysis of the practice of attracting migrant workers from abroad for seasonal work shows that such regulation of employment is associated with certain social and financial risks and, in a crisis situation, poses a threat to the country's food security. Taking this into account, the author presents arguments in favour of attracting domestic labour resources for seasonal work in Russia. At the same time, the need to provide social guarantees, benefits and targeted support for this category of workers within the framework of the current social policy in agriculture was noted. The implementation of these measures will contribute to increasing the employment of the population in agriculture and, as a result, to the smooth and efficient functioning of the industry.

Keywords: regulation of social policy in agriculture, seasonal employment, measures of social support for seasonal workers, labor immigrants, development of rural areas.

References

1. Ali Raza. Jamaican migrant workers in Ontario pen open letter likening conditions to “systematic slavery”. [Electronic source] URL: <https://www.cbc.ca/news/canada/toronto/jamaican-migrant-workers-open-letter-1.6557678>
2. Binford A.L. Assessing temporary foreign worker programs through the prism of Canada's Seasonal Agricultural Worker Program: can they be reformed or should they be eliminated? *Dialectical Anthropology*. 2019;3(4):347–366.
3. Binford A.L. Migrant Remittances and (Under)Development in Mexico. *Critique of Anthropology*. 2003;23(3):305–336.
4. Brugger K. Labor Shortage Leaves \$13 Million in Crops to Rot in Fields. [Electronic source] URL: <https://www.independent.com/2017/06/22>
5. Des bras pour ton assiette website. [Electronic source] (In Germ.) URL: <https://desbraspourtonassiette.wizi.farm/>
6. European union CAP. Network. [Electronic source] URL: https://eu-cap-network.ec.europa.eu/topics/generational-renewal_en
7. Gerasimov A.N., Grigoreva O.P., Kostiukova E.I. Problems of employment in agriculture. *AIC: Economics, Management*. 2022;1:30–35. (In Russ.)
8. Gesetz über die Alterssicherung der Landwirte – ALG 29.07.1994. [Electronic source] (In Germ.) URL: <https://www.gesetze-im-internet.de/alg/ALG.pdf>
9. L'Association Nationale pour l'Emploi et la Formation en Agriculture, Aide au logement. [Electronic source] (In French) URL: <https://www.anefa.org/qui-etes-vous/travailleurs-saisonniers-en-agriculture/aide-au-logement/>
10. Legal migration for work and training: Mobility options to Europe for those not in need of protection. [Electronic source] URL: https://www.svr-migration.de/en/publication/mobility_options_to_europe/
11. Macrotrends. Canada Rural Population 1960–2023. [Electronic source] URL: <https://www.macrotrends.net/countries/CAN/canada/rural-population>
12. Marie-Laure Augère-Granier. Migrant seasonal workers in the European agricultural sector EPRS. European Parliamentary Research Service. European Union: European Parliament: European Parliamentary Research Service (EPRS), EPRS Briefings, 2021; PE689.347.
13. New American Economy, Agriculture. [Electronic source] URL: <https://www.newamericaneconomy.org/issues/agriculture/>

14. FAOSTAT. Employment in agriculture, forestry and fishing – ILO modelled estimates. [Electronic source] URL: <https://www.fao.org/faostat/ru/#data/OEA>
15. Saint-Paul-d'Abbotsforddans. Travailler à la ferme, j'y vais Sur-Le-Champs. Non classé, 2020, le avril 22. [Electronic source] [In French] URL: <https://www.saintpaul-dabbotsford.qc.ca/travailler-a-la-ferme-jy-vais-sur-le-champs/>
16. Seasonal Agricultural Workers Program of Canada. [Electronic source] URL: <https://www.canada.ca/en/revenue-agency/services/formspublications/publications/rc4004/seasonal-agricultural-workers-program.html>
17. United States Code. [Electronic source] URL: <https://www.govinfo.gov/app/collection/uscode/2022/>
18. United States Department of agriculture USDA. Programs and services. [Electronic source] URL: <https://www.rd.usda.gov/programs-services>
19. United States Department of labor H-2A Temporary Agricultural Program. [Electronic source] URL: <https://www.dol.gov/agencies/eta/foreign-labor/programs/h-2a>
20. USAC Rural Digital Opportunity Fund. [Electronic source] URL: <https://www.usac.org/high-cost/funds/rural-digital-opportunity-fund/>
21. Adukov R.H., Adukova A.N. Strengthening the human resources of agricultural enterprises as the most appropriate direction of state support for agriculture in crisis conditions. *Ekonomika, trud, upravlenie v sel'skom khozyaystve*. 2020;11(68):32–39. (In Russ.)
22. Bondarenko L.V. Social and labor resources development of the agricultural complex of Russia. *Ekonomika, trud, upravleniye v sel'skom khozyaystve*. 2019;12:3–16. (In Russ.)
23. Gerasimov A.N., Grigoreva O.P., Kostiukova E.I. Problems of employment in agriculture. *AIC: Economics, Management*. 2022;1:30–35. (In Russ.)
24. Grigor'eva E.E. Canada's experience in the development of rural areas. *Nikonovskie chteniya*. 2011;16:210–211. (In Russ.) URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/opyt-kanady-po-razvitiyu-selskih-territoriy>
25. Report “Small and Medium Enterprises in Russia”. Rosstat, 2022:101. [Electronic source] (In Russ.) URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/12781>
26. Potemkina O.Yu. European Union: seasonal workers under COVID-19 pandemic. *Nauchno-analiticheskiy vestnik IYe RAN*. 2020;5:45–51. (In Russ.)
27. Razumny E. Due to the growth of the dollar exchange rate, the earnings of foreign citizens in Russia are decreasing and are becoming more and more comparable to those in their home country. *Vedomosti*. (In Russ.) URL: <https://www.vedomosti.ru/society/articles/2023/08/15/990094>
28. Rosstat. Agriculture, hunting and forestry 2023. [Electronic source] (In Russ.) URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/12781>
29. Trukhachev V.I., Gromov E.I. Assessment of a level of development of the rural territories by regions of Russia. *Ekonomika sel'skogo khozyaystva Rossii*. 2016;4:57–65. (In Russ.)
30. Cherkasova O.V. Support for young farmers in the eu and their role in rural development. *Ekonomika, trud, upravleniye v sel'skom khozyaystve*. 2019;7:74–80. (In Russ.) <https://doi.org/10.33938/197-74>
31. Shoniya G.V. The concept and legal regulation of seasonal workers in russia and abroad: comparative analysis. *Actual Problems of Russian Law*. 2016;(8):107–113. (In Russ.) <https://doi.org/10.17803/1994-1471.2016.69.8.107-113>
32. American Farm Bureau Federation (AFBF), Agriculture Labor Reform. URL: <https://www.fb.org/issue/labor/agriculture-labor-reform>

33. Number of people employed in agriculture, forestry, hunting, fishing and fish farming as of 01.01.2023. Unified interdepartmental information and statistical system EMISS. [Electronic source] (In Russ.) URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/59195>

34. *Kostyukova E.I., Bobryshev A.N., Gromov E.I., Avakyan V.A.* On the assessment of socio-economic development of rural areas on the basis of living standards. *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy (TAA)*. 2023;(1):114–129. (In Russ.) <https://doi.org/10.26897/0021-342X-2023-1-114-129>

35. *Paptsov A.G., Shelamova N.A.* Diversification of the rural economy: value, benefits and risks. *Ekonomika sel'skokhozyaystvennykh i pererabatyvayushchikh predpriyatiy*. 2019;8:2–6. (In Russ.)

36. *Ushachev I., Serkov A., Maslova V., Chekalin V.* Relevant directions of improvement of agrarian policy of Russia. *AIC: Economics, Management*. 2019;3:4–16. (In Russ.) <https://doi.org/10.33305/193-4>

Сведения об авторе

Казарян Размик Тигранович, аспирант Института социальной политики Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики»; 1010000, г. Москва, ул. Мясницкая, 20; e-mail: rkazaryan@hse.ru

Razmik T. Kazaryan, postgraduate student, Institute of Social Policy of the National Research University – Higher School of Economics (20, Myasnitckaya Str., Moscow, 1010000 Russian Federation; e-mail: rkazaryan@hse.ru)

СОДЕРЖАНИЕ

БОТАНИКА, ПЛОДОВОДСТВО

| | |
|---|----|
| <i>Анищенко И.Е., Жигунов О.Ю., Шуганов З.Х.</i> К биологии некоторых представителей душицы обыкновенной <i>Origanum vulgare</i> L. в культуре | 5 |
| <i>Ладыженская О.В., Анищенко Т.С., Крючкова В.А.</i> Сравнительная оценка зимостойкости ежевики при укрытии на зиму и обработке природно-растительным комплексом Белый Жемчуг Антифриз | 14 |
| <i>Савинов И.А., Соломонова Е.В., Трусов Н.А.</i> Перспективы промышленного плантационного выращивания древогубцев (<i>Celastrus</i> L., Celastraceae) как источников лекарственного сырья и биологически активных веществ | 26 |

ГЕНЕТИКА, БИОТЕХНОЛОГИЯ, СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО

| | |
|---|----|
| <i>Гатаулина Г.Г., Шитикова А.В., Медведева Н.В.</i> Формирование плодов, семян и урожайность сортов люпина белого (<i>Lupinus albus</i> L.) с детерминантным типом роста | 36 |
| <i>Наджодов Б.Б., Рубец В.С., Пыльнев В.В., Ворончихина И.Н.</i> Влияние метеорологических условий на формирование хозяйственно-полезных признаков яровой пшеницы в условиях ЦРНЗ | 47 |
| <i>Щуклина О.А., Соловьев А.А., Загородний С.В., Аленичева А.Д., Квитко В.Е., Иванова Л.П., Клименкова И.Н., Конорев П.М., Пыльнев В.В.</i> Оценка влияния образцов коллекции × <i>Triticitrigia</i> как исходного материала на качество зерна в селекционном процессе зерновых культур | 65 |

ЗЕМЛЕДЕЛИЕ, РАСТЕНИЕВОДСТВО, ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ

| | |
|--|----|
| <i>Виногадова В.С., Макаров С.С., Красинская Е.С., Веточкина Е.А., Давыдова Ф.С.</i> Эколого-экономические аспекты культивирования лекарственных грибов ежевика гребенчатого (<i>Hericium erinaceus</i>) | 76 |
| <i>Самощенков Е.Г., Фесютин И.А., Гебре К.В., Буланов А.Е.</i> Влияние различной обработки на укореняемость зеленых черенков клоновых подвоев сливы ОП 23–23 и ВСЛ 2 в условиях искусственного тумана | 86 |

ЗООТЕХНИЯ, БИОЛОГИЯ И ВЕТЕРИНАРНАЯ МЕДИЦИНА

| | |
|---|-----|
| <i>Демин В.А., Цыганок И.Б., Веселова Н.А.</i> Анализ поведения лошади при взаимодействии с человеком | 103 |
|---|-----|

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ, МИКРОБИОЛОГИЯ

| | |
|---|-----|
| <i>Вострикова Т.В., Шихалиев Х.С., Медведева С.М.</i> Использование физиологически активных веществ для увеличения ростовой активности сельскохозяйственных и декоративных растений | 116 |
|---|-----|

ЭКОНОМИКА

| | |
|--|-----|
| <i>Казарян Р.Т.</i> Аспекты аграрной политики развитых стран по регулированию занятости, доходов, миграции в сельской местности в контексте социальной защиты сезонных рабочих | 125 |
|--|-----|

CONTENTS

BOTANY, POMICULTURE

| | |
|--|----|
| <i>Anishchenko I.E., Zhigunov O.Yu., Shigapov Z.Kh.</i> On the biology of some species of <i>Origanum vulgare</i> L. in culture | 9 |
| <i>Ladyzhenskaya O.V., Aniskina T.S., Kryuchkova V.A.</i> Comparative evaluation of winter hardiness of blackberries when covered for winter and treated with the natural organomineral phytomodulator “Beliy Zhemchug Antifreeze” | 14 |
| <i>Savinov I.A., Solomonova E.V., Trusov N.A.</i> , Prospects for industrial plantation cultivation of bittersweet (<i>Celastrus</i> L., Celastraceae) as a source of medicinal raw materials and biologically active substances | 26 |

GENETICS, BIOTECHNOLOGY, SELECTION AND SEED BREEDING

| | |
|---|----|
| <i>Gataulina G.G., Medvedeva N.V., Shitikova A.V.</i> Pod formation, seed production and yield of white lupine (<i>Lupinus albus</i> L.) varieties with determinant growth type | 36 |
| <i>Nadzhodov B.B., Rubets V.S., Pylnev V.V., Voronchikhina I.N.</i> Meteorological effect on the formation of economic traits of spring wheat in the Central Non-Chernozem region | 47 |
| <i>Shchuklina O.A., Soloviev A.A., Zavgorodniy S.V., Alenicheva A.D., Kvitko V.E., Ivanova L.P., Klimenkova I.N., Konorev P.M., Pylnev V.V.</i> Evaluation of influence of samples of the × <i>Triticotrigia</i> collection as source material for grain quality in the breeding process of grain crops | 65 |

AGRONOMY, CROP PRODUCTION, PLANT PROTECTION

| | |
|---|----|
| <i>Vinogradova V.S., Makarov S.S., Krasinskaya E.S., Vetchkina E.A.</i> Ecological and economic aspects of the cultivation of the medicinal lion’s mane mushroom (<i>Hericium erinaceus</i>) | 76 |
| <i>Samoshchenkov E.G., Fesyutin I.A., Gebre K.V., Bulanov A.E.</i> Effect of different treatments on the rooting ability of herbaceous cuttings of clonal rootstocks of plum OP 23–23 and VSL 2 under artificial fog conditions | 86 |

LIVESTOCK BREEDING, BIOLOGY AND VETERINARY MEDICINE

| | |
|---|-----|
| <i>Demin V.A., Tsyganok I.B., Veselova N.A.</i> Analysis of the horse’s behavior when interacting with a person | 103 |
|---|-----|

PLANT PHYSIOLOGY, MICROBIOLOGY

| | |
|--|-----|
| <i>Vostrikova T.V., Shikhaliev Kh.S., Medvedev S.M.</i> Use of physiologically active substances to increase the growth activity of agricultural and ornamental plants | 116 |
|--|-----|

ECONOMY

| | |
|---|-----|
| <i>R.T. Kazaryan</i> Aspects of the agricultural policy of developed countries on the regulation of employment, income and migration in rural areas in the context of social protection of seasonal workers | 125 |
|---|-----|

Журнал «ИЗВЕСТИЯ ТИМИРЯЗЕВСКОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ АКАДЕМИИ»

e-mail: izvtsha@rgau-msha.ru

тел.: (499) 976–07–48

Подписано в печать 20.12.2023 г. Формат 70×100/16 Бумага офсетная

Гарнитура шрифта «Times New Roman» Печать офсетная. 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