

СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ

90-летию со дня рождения одного из родоначальников современной селекции ячменя на Северном Кавказе Александра Андреевича Сокола посвящается.

*«Ячмени Дона таят в себе большие возможности...»
(В. З. Сергеев)*

УДК 633.161:631.52

DOI: 10.31367/2079-8725-2023-85-2-5-17

РЕТРОСПЕКТИВА СЕЛЕКЦИИ ЯЧМЕНЯ В ФГБНУ «АНЦ «ДОНСКОЙ»

Е. Г. Филиппов, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий отделом селекции и семеноводства ячменя, ORCID ID: 0000-0002-5916-3926;

А. А. Донцова, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник отдела селекции и семеноводства ячменя, doncova601@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-6570-4303;

Д. П. Донцов, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела селекции и семеноводства ячменя, ORCID ID: 0000-0001-9253-3864

ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,

347740, Ростовская область, г. Зерноград, ул. Научный городок, д. 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

В статье даны краткий исторический экскурс и обзор научных исследований по селекции и семеноводству озимого и ярового ячменя в Федеральном Государственном Бюджетном Научном Учреждении «Аграрный научный центр «Донской». В Южный федеральный округ входят 8 субъектов РФ – это Севастополь, Республика Адыгея, Республика Калмыкия, Крым, Краснодарский край, Астраханская, Волгоградская и Ростовская области. Ячмень по посевным площадям здесь является основной зернофуражной культурой. Сельхозпроизводители Дона издавна проявляли интерес к этой ценной, многообразной по своему использованию культуре, весьма неприхотливой к условиям возделывания. Работы по селекции ячменя начаты в нашем учреждении в 1932 году и ведутся, с небольшими перерывами, по настоящее время. Исследования проводили по различным направлениям: селекция озимого, ярового и двуручки ячменя, семеноводство и технология их возделывания. В XXI веке сотрудниками отдела ячменя были разработаны новые инновационные направления в селекции ячменя: по озимому – создание двурядных пивоваренных сортов с высокими солодовенными показателями (сорт Рандеву) и по яровому – кормовых ячменей (зеленый корм), которые ранее в Госреестре РФ отсутствовали. По данному направлению был разработан и создан сорт Новик. В 2014 г. в отделе открыты новые направления – создание голозерных сортов ярового ячменя и безостых сортов озимого ячменя. С 2016 г. ведется активная работа по выведению линий озимого ячменя, обладающих генетической устойчивостью к поражению сетчатым гельминтоспориозом. Совместно с Всероссийским НИИ радиологии и агроэкологии проведена оценка радиочувствительности сортов озимого и ярового ячменя с целью выявления сортов, устойчивых к проявлению стресс-факторов окружающей среды. На материалах исследований были успешно защищены 11 кандидатских и две докторских диссертации, опубликовано восемь монографий и более 400 научных статей.

Ключевые слова: ячмень, озимый, яровой, двуручка, сорт, селекция.

Для цитирования: Филиппов Е. Г., Донцова А. А., Донцов Д. П. Ретроспектива селекции ячменя в ФГБНУ «АНЦ «Донской» // Зерновое хозяйство России. 2023. Т. 15, № 2. С. 5–17. DOI: 10.31367/2079-8725-2023-85-2-5-17.



RETROSPECTIVE OF BARLEY BREEDING IN THE FSBSI “ARC “DONSKOY”

E. G. Filippov, Candidate of Agricultural Sciences, associate professor, head of the department of barley breeding and seed production, ORCID ID: 0000-0002-5916-3926;

A. A. Dontsova, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the department of barley breeding and seed production, doncova601@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-6570-4303;

D. P. Dontsov, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher of the department of barley breeding and seed production, ORCID ID: 0000-0001-9253-3864

FSBSI Agricultural Research Center “Donskoy”,

347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok Str., 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

The current paper has presented a historical excursion and an overview of scientific research on breeding and seed production of winter and spring barley in the Federal State Budgetary Scientific Institution Agricultural Research Center “Donskoy”. The Southern Federal District includes 8 subjects of the Russian Federation, namely Sevastopol; republics of Adygea, Kalmykia, Crimea; Krasnodar Territory, Astrakhan, Volgograd and Rostov regions. Barley is the main grain forage crop in terms of sown area. Don farmers have long shown interest in this valuable, diverse crop, very unpretentious to the cultivation conditions. Barley breeding work began in our institution in 1932 and is still ongoing, with short interruptions, to the present. Research was carried out in various areas: breeding of winter,

spring and facultative barley, seed production and technology of their cultivation. In the XXI-st century, the researchers of the barley department developed new innovative directions in barley breeding, there were developed two-row brewing varieties with high malting rates (the variety 'Randevu') in winter barley breeding and in spring barley breeding there were developed fodder barley (green fodder) varieties (the variety 'Novik'), which were previously absent in the State List of the Russian Federation. In 2014 there were opened new directions in the department, namely the development of hulles spring barley varieties and awnless winter barley varieties. Since 2016, there has been carried out an active work to identify winter barley lines that are genetically resistant to net blotch. Together with the All-Russian Research Institute of Radiology and Agroecology, there was carried out an estimation of the radiosensitivity of winter and spring barley varieties to identify varieties being resistant to the environmental stress factors. Based on research materials, there were successfully defended 11 candidate and two doctoral dissertations, there were published eight monographs and more than 400 scientific articles.

Keywords: *barley, winter, spring, facultative, variety, breeding.*

Введение. Среди зернофуражных культур ячмень прочно занял первое место за счет более короткого периода роста и развития и высокого уровня приспособленности к условиям мест произрастания, что позволяет возделывать его на всей территории Российской Федерации (Солонечный, 2017; Гудзенко, 2019). Использование этой культуры многообразно. Зерно ячменя содержит много белка, в том числе незаменимых аминокислот (лизин, триптофан и др.), и поэтому даже ячменная дерть является отличным концентрированным кормом (Темирбекова и др., 2019). Из ячменя изготавливают перловую, ячневую, плющеную крупу и хлопья. Муку используют для выпечки некоторых диетических сортов хлеба и кондитерских изделий. Зерно ячменя – это незаменимое сырье для пивоваренной и солодовенной промышленности. Зеленый корм из ячменя содержит в себе большое количество белка, углеводов, минеральных веществ, витаминов в легкоусвояемой форме и охотно поедается всеми группами сельскохозяйственных животных. Поэтому ячмень в смеси с бобовыми культурами возделывается для получения сенажа, зеленого корма и силоса. Солома и мякина ячменя, как и сено, являются одним из основных грубых кормов для жвачных животных (Филиппов и Алабушев, 2014; Филиппов и Донцова, 2014). Местные сорта озимого и ярового ячменя имеют большие возможности в повышении урожайности и стабилизации валовых сборов этой ценной культуры в Ростовской области. Необходимо также отметить важную особенность ярового ячменя как страховой культуры для подсева и пересева озимой пшеницы. В годы с массовой гибелью озимых культур его площади значительно возрастают. Это все говорит об исключительно большом значении культуры ячменя для сельского хозяйства и необходимости увеличения его производства (Сокол, 1985; Алабушев, 1992).

В связи с постоянством в проявлениях континентальности климата в Ростовской области, резкими перепадами температур и зачастую недостатком влаги (особенно в осенний период и в фазу налива зерна) первостепенным для зерновых колосовых культур является правильный подбор сортов. Такие сорта в местных непростых условиях могли бы благополучно произрастать, максимально реализовывать свой генетический потенциал и давать стабильные и высокие урожаи качественного зер-

на (Ерошенко и др., 2018; Грабовец и др., 2019; Иванисов и др., 2022).

Поэтому нашей главной целью и ранее, и в настоящее время является создание высокопластичных, адаптивных сортов с потенциальной урожайностью озимого ячменя до 10 т/га и ярового – до 7 т/га, имеющих высококачественные показатели зерна для использования не только как фуража, но и для производства зеленого корма, пива, крупы, мальц-экстрактов, диетического кофе и т. д.

Результаты и их обсуждение. Основным производителем ярового ячменя на Северном Кавказе как в прошлом, так и в настоящее время является Ростовская область, где сосредоточено в отдельные годы до 80 % его производства в регионе. Поэтому его состояние в области во многом характеризует и уровень этой культуры на Северном Кавказе (Алабушев, 1992).

Интенсивное возделывание данной культуры в Ростовской области (на тот момент Область Войска Донского) начинается с 1884 года. С этого момента и до 1910 г. земельный клин под яровым ячменем увеличился более чем в 6 раз (Сокол, 1985). Первым обратил внимание на этот феномен заведующий кафедрой земледелия Донского политехнического института (г. Новочеркасск) профессор А.И. Носатовский, который впервые провел глубокие исследования по ячменю на Северном Кавказе. По результатам этих исследований он отмечал, что без каких-либо принудительных мер, без пропаганды, почти без помощи научной агрономии ячмень в начале XX века значительно потеснил другие сельскохозяйственные культуры. На тот момент такого стремительного внедрения и распространения не знала ни одна культура не только в регионе, но и в стране. А.И. Носатовский отмечал, что у ячменя имеется больше ценного, чем у других сельскохозяйственных культур, и что «сама жизнь требует внимательного изучения этого растения, которое хотя и гонят в дверь, а оно все же лезет в окно» (Алабушев, 1992).

Селекционная работа с яровым ячменем на Ростовской областной опытной станции по полеводству начата в 1932 г. на селекционном материале, полученном из Донской, Ставропольской и Ейской станций. В переданном материале были собраны гибриды разных поколений, образцы местных ячменей и небольшое количество образцов Всесоюзного института растениеводства

Окончание табл. 1

Наименование сорта	Разновидность	Происхождение	Урожай зерна (т/га) по годам							
			1948	1949	1950	1951	1952	1953	Средняя	Отклонение от стандарта
Треби, st	Паллидум	США	1,95	1,07	2,08	2,94	3,84	1,46	2,24	–
Ростовский 27	Медикум	Ростовская ГСС	1,97	1,31	2,51	2,86	3,29	1,88	2,37	+0,13
Ростовский 28	Медикум	Ростовская ГСС	1,92	1,64	2,32	3,13	3,08	1,78	2,46	+0,22
Кубанец	Нутанс	Кубанская опытная станция ВИРа	1,69	1,11	2,36	3,02	3,44	1,76	2,23	0,01

Яровой ячмень Ростовский 27 был выведен методом индивидуального отбора из образца мировой коллекции ВИРа, поступившего из Аравии. Ботаническая разновидность – medicum. Отличается от других районированных сортов Ростовской области раннеспелостью и засухоустойчивостью. Сорт урожайный, с непоникающим колосом, зерно крупное, выравненное, вес 1000 зерен – 46–56 г, вегетационный период (от всходов до созревания) – 72–88 дней. Слабо поражался пыльной головней. Солома тонкая, склонная к полеганию, высота – 46–73 см. Сорт слабоосыпающийся, короткоколосый. В засушливые годы в период полной спелости колос находился почти во влагалище последнего листа. Ости легко обламывались при молотье. Благодаря невысокому стеблестою меньше, чем другие сорта, угнетал подпокровные травы. В 1959 г. посевная площадь под этим сортом составила 41 600 га.

С 1938 г. Зерноградская государственная селекционная станция также выращивала элитные семена для семенных участков райселекционных Ростовской области согласно плану-заказу Ростовского областного управления сельского хозяйства. Станция стремилась выращивать семена не только высокой сортовой чистоты и хороших физических качеств, но и более высокоурожайные по сравнению с рядовыми.

В основу семеноводства было положено внутрисортное скрещивание, отбор наиболее урожайных и продуктивных растений и выращивание на высоком агрофоне. Семеноводство проводили по 4-ступенчатой схеме: 1) питомник обновления и отбора, 2) семенной питомник, 3) суперэлита, 4) элита. Первыми ступенями семеноводства до суперэлиты занимались селекционные группы. Сорта ячменя, по которым станция выращивала элитные семена в период 1938–1955 гг., показаны в таблице 2.

Таблица 2. Сорта ячменя, по которым проводилось семеноводство элитных семян (1938–1955 гг.)

Table 2. List of barley varieties which were used in seed production of basic seeds (1938–1955)

№ п/п	Сорт	Год работы
1	Паллидум 43	1938–1940
2	Треби	1938–1953
3	Местный 4-гранный	1940–1948
4	Кубанец	1948–1955
5	Донецкий 650	1954–1955
6	Ростовский 27*	1955

Примечание. * – сорт Зерноградской станции.

За 6 лет (1950–1955) средний урожай зерновых культур с элитных посевов составил 1,81 т/га. За эти же годы урожай зерновых культур по Мечетинскому району, в котором расположена станция, составил 0,95 т/га.

Выход кондиционных семян в среднем составлял от 57 до 72 % в зависимости от сорта и года.

С 1957 г. селекционную работу с ячменем возглавил кандидат сельскохозяйственных наук И. К. Котко. В связи с низкими, по его мнению, результатами селекция ярового ячменя по его настоянию в Ростовской области была закрыта с 1958 г. и продолжена селекция только озимого ячменя, которая находилась в зачаточном состоянии. В 1959 г. И. К. Котко перешел на другую работу, и начался новый этап в селекции ячменя на Дону, непосредственно связан-

ный с именем Александра Андреевича Сокола. Наш будущий селекционер родился в городе Ростов-на-Дону 19 марта 1933 года. Детство и юность его прошли в тяжелых условиях военного и послевоенного периодов. После окончания школы он поступил в Ростовский автодорожный техникум (1949–1953 гг.), после окончания которого по распределению работал начальником мастерских Кемеровской автобазы (1953–1955 гг.), затем автомехаником СМУ «Югмясомолстрой» (1955–1956 гг.). В 1956 г. судьба привела Сокола в Азово-Черноморский (ныне Донской) сельскохозяйственный институт, который он окончил с отличием в 1961 г., тогда же он был рекомендован для обучения в очной аспирантуре при кафедре растениеводства. Однако Сокол тяготел к живой селекционной работе, и поэтому был распределен

на Каменскую (ныне Северо-Донскую) опытную станцию Донского зонального научно-исследовательского института сельского хозяйства (п. Рассвет) в качестве старшего научного сотрудника лаборатории селекции озимой пшеницы и озимого ячменя. В 1962 г. Александр Андреевич был переведен в г. Зерноград по рекомендации И. Г. Калининко на эту же должность, а в 1963 г. по конкурсу был избран заведующим лабораторией селекции озимого ячменя.

Работа с озимым ячменем находилась в начальной стадии. Это открыло молодому, пол-

ному творческих сил и честолюбия ученому широкий путь к научному творчеству в селекционной работе.

Фанатик своего дела, при решении поставленных задач Александр Андреевич проявил незаурядный талант, эрудицию, способность выделять из тысяч линий селекционного материала новые, более перспективные, превосходящие существующие.

В 1964 г. Сокол поступил в аспирантуру Всесоюзного селекционно-генетического института (г. Одесса) (рис. 1).



Рис. 1. Аспирант ВСГИ Сокол А. А., Одесса, 1967 год
Fig. 1. Postgraduate student of VSGI Sokol A.A., Odessa, 1967

В 1969 г. под руководством академика П. Ф. Гаркавого он успешно защитил диссертационную работу на собственном, вновь созданном селекционном материале на тему «Создание высокозимостойких сортов озимого ячменя для условий Нижнего Дона».

С 1967 г. была начата такая же работа и по яровому ячменю. Это было вызвано возросшей потребностью в зерне данной культуры для нужд животноводства, что обусловило увеличение площадей посева ярового ячменя в Ростовской области (с 754 тыс. га в 1955 г. до 1413 тыс. га в 1965 г.). Значительные площади и отсутствие хорошо приспособленных к местным почвенно-климатическим условиям сортов настоятельно требовали усиления селекционной работы с этой культурой. С пер-

вых шагов А. А. Сокол определил направление работы, большое внимание уделяя сбору и изучению исходного материала, выбору наиболее эффективных методов селекции и увеличению объема селекционного материала. Изучая реакцию сортов на изменение температурного и светового режимов за счет нескольких сроков посева коллекционного питомника, Александр Андреевич выявил ряд закономерностей и корреляционных зависимостей, позволяющих более целенаправленно вести селекционную работу с ячменем. Были определены оптимальные параметры будущих сортов, проведена селекция на засухоустойчивость и зимостойкость посредством отбора линий с двухъярусной корневой системой у ярового ячменя и глубоким залеганием узла кущения

у озимого ячменя. При выведении новых сортов особое внимание было обращено на сорта-двуручки.

В этот период (1962–2000 гг.) под руководством А. А. Сокола были проведены разработки ряда теоретических и практических положений.

1. Из мировой коллекции ВИР выделены новые источники многих хозяйственно полезных признаков озимого и ярового ячменя. Особую ценность представляли формы с выдающимся уровнем проявления отдельных морфологических свойств или их комплексом.

2. Усовершенствован способ опыления сортов ячменя при гибридизации.

3. Впервые в селекционной практике разработаны новые направления и созданы исходные глубокоузловые формы зимостойких сортов озимого ячменя и засухоустойчивых двухузловых форм ярового ячменя.

4. Выведены и переданы на Государственное сортоиспытание 13 сортов озимого и 23 сор-

та ярового ячменя. В различные годы были районированы и внесены в Государственный реестр селекционных достижений РФ четыре сорта озимого ячменя: Искра, Паллидум 198, Горизонт, Силуэт, Ростовский 55 и 9 сортов ярового ячменя: Зерноградский 73, Зерноградский 86, Зерноградский 244, Тан-1, Зерноградский 385, Маныч 459, Зерноградский 584, Задонский 8, Зерноградец 770, Зерноградский 813, Приазовский 9.

5. Разработана сортовая агротехника сортов ярового и озимого ячменя, созданных в селекционном центре.

Результаты этих исследований были изложены в виде 152 научных статей, 10 рекомендаций и книги – «Ячменное поле Дона» (1985).

Теоретические разработки и практические вопросы по селекции, семеноводству и агротехнике ячменя были обобщены в докторской диссертации, которую А. А. Сокол успешно защитил в 1990 году (рис. 2).



Рис. 2. Доктор с.-х. наук Сокол А. А., кандидат с.-х. наук Серебрянская В. П., Сокол Т. В., 1990 год

Fig. 2. Doctor of Agricultural Sciences Sokol A. A., Candidate of Agricultural Sciences Serebryanskaya V. P., Sokol T. V., 1990

Максимальная площадь посева под сортами ячменя зерноградской селекции, по данным Центрального статистического управления СССР, отмечалась в 1987 г. и составляла 1 млн 327 тыс. га.

А. А. Сокол многие годы являлся членом Бюро Российской академии сельскохозяйственных наук, секции зернофуражных культур. За период работы он был удостоен следующих наград: медаль «За доблестный труд» (1970), Ветеран труда (1985), орден «Знак почта» (1986), Почетное звание «Заслуженный

агроном России». Также отмечен Бронзовой (1967), Серебряной (1986) и Золотой (1984) медалями ВДНХ СССР.

С 2000 г. отдел возглавил ученик и последователь А. А. Сокола кандидат сельскохозяйственных наук, доцент по специальности «Селекция и семеноводство» Евгений Григорьевич Филиппов, который работал в отделе с 1981 г. сначала старшим лаборантом, затем младшим научным сотрудником, старшим научным сотрудником, заведующим лабораторией и заведующим отделом (рис. 3).



Рис. 3. Заведующий отделом селекции и семеноводства ячменя Филиппов Е. Г.
Fig. 3. Head of the department of barley breeding and seed production Filippov E. G.

Е.Г. Филиппов являлся и является руководителем диссертационных работ всех сотрудников отдела селекции и семеноводства ячменя (семь человек).

За период с 2000 г. и по настоящее время создано 34 сорта ячменя, в том числе 11 озимого, 13 ярового и 10 сортов-двуручек, на которые получены 32 авторских свидетельства, 23 патента, три сорта (Аркан, Степ, Стрелец 30) находятся в изучении в Госсортсети РФ и других стран. Эти сорта в разные годы были внесены в Госреестр селекционных достижений РФ (5, 6, 7, 8, 12 регионы), Украины, Армении, Грузии, Кыргызстана и Казахстана. Они обладают высоким генетическим потенциалом продуктивности, экологической пластичности, устойчивостью к полеганию и болезням.

Также в это время было опубликовано более 250 научных статей в отечественной и зарубежной печати, в том числе 7 книг, 12 методических рекомендаций.

Высокие требования к новым сортам ячменя в условиях интенсификации растениеводства определили новый этап в селекции – объединение усилий селекционеров и ученых сопутствующих специальностей: генетиков, физиологов, иммунологов, биохимиков, технологов, семеноводов не только нашего учреждения, но и ведущих ученых по данному направлению (НЦЗ им. П.П. Лукьяненко, ВНИИ зернобобовых культур, Самарский НИИСХ, ВИР им. Н.И. Вавилова и др.). В такой организации селекционного процесса скрыты значительные резервы в распространении и внедрении новых сортов ФГБНУ «АНЦ «Донской» в других регионах Российской Федерации.

Были разработаны новые инновационные направления в селекции ячменя: по озимому – создание двурядных пивоваренных сортов с высокими солодовенными показателями (сорт Рандеву) и по яровому – кормовых ячменей (зеленый корм), которые ранее в Госреестре РФ отсутствовали. По данному направлению был разработан и создан сорт Новик.

С 2007 г. заведующей лабораторией селекции и семеноводства озимого ячменя является кандидат сельскохозяйственных наук Донцова Александра Александровна (рис. 4).



Рис. 4. Заведующая лабораторией селекции и семеноводства озимого ячменя кандидат с.-х. наук Донцова А. А.
Fig. 4. Head of the laboratory for winter barley breeding and seed production, Candidate of Agricultural Sciences, Dontsova A. A.

В этот период была изучена комбинационная способность сортов озимого и ярового ячменя по основным селектируемым признакам. Наряду с Е.Г. Филипповым и А.А. Донцовой существенный вклад в селекционную работу по ячменю внесли ведущий научный сотрудник, кандидат с.-х. наук Донцов Д. П., научный сотрудник, кандидат сельскохозяйственных наук Дорошенко Э.С., младшие научные сотрудники Брагин Р.Н. и Засыпкина И.М.

В результате целенаправленной работы с использованием межсортовой гибридизации эколого-географически отдаленных форм и сортов, целенаправленных отборов выделены сорта озимого ячменя с высокой морозостойкостью, урожайностью, устойчивостью к полеганию и основным болезням, поражающим культуру озимого ячменя.

С начала XXI в. были переданы на Государственное сортоиспытание РФ, Украины, Армении, Кыргызстана, Казахстана сорта: Полет (2001), Мастер (2001), Садко (2003), Гранд (2004), Жигули (2004), Тигр (2008), Тимофей (2008), ВолгоДон (2008), Рандеву (2011), Ерема (2011), Виват (2013), Артель (2014), Фокс 1 (2015), Маруся (2017), Квант (2019), Степ (2021).

В Реестр селекционных достижений РФ, Украины, Армении, Кыргызстана, Казахстана были включены 11 сортов озимого ячменя – Ларец (2001), Полет (2005), Жигули (2008, создан совместно с Самарским НИИСХ), Ерема (2015), Фокс 1 (2019) и двуручек – Мастер (2005), Тимофей (2012), Тигр (2013), Виват (2018), Маруся (2020), Квант (2023, создан совместно с Самарским НИИСХ). В изучении находится сорт озимого ячменя Степ.

Необходимо также отметить, что в условиях глобального потепления климата ареал возделывания озимого ячменя в последние годы значительно расширился. Так, наиболее зимостойкие из всех отечественных сортов Жигули, Ерема и Квант рекомендованы Госкомиссией по сортоиспытанию РФ для возделывания не только в Северо-Кавказском, но и Средневолжском и Нижневолжском регионах.

Правильно выбранные направления селекции ярового ячменя, целенаправленный отбор определили успех в создании новых высокоурожайных засухоустойчивых сортов

с комплексной устойчивостью к болезням и полеганию. За период с 2000 по 2023 г. было передано для изучения в Госсортсети 13 сортов ярового ячменя, из которых 12 было внесено в Госреестр селекционных достижений РФ. Это Приазовский 9 (2000), Ратник (2004), Сокол (2005), Ясный (2006), Тонус (2008), Щедрый (2010), Леон (2011), Новик (2011), Грис (2015), Федос (2019), Формат (2020), Азимут (2022). В изучении находятся сорта Аркан и Стрелец 30 (создан совместно с ВНИИ зернобобовых культур). Большинство из вышеперечисленных сортов являются ценными по крупным качествам. Сорта Приазовский 9 и Формат внесены в список ценных по пивоваренным качествам, а сорт Новик открыл счет кормовым (зеленый корм) сортам в Госреестре РФ.

Подготовлены к передаче четыре новых сорта: два ярового и два озимого ячменя, в том числе с участием селекционеров Самарского НИИСХ и НИИСХ Крыма.

Необходимо отметить заслугу в создании новых сортов не только работающих ныне в отделе селекционеров, но и их предшественников, которые проработали длительное время в отделе. Более 10 лет: Веретющенко Е.Г. (1961–1972), Ерешко А.С. (1973–1984), Тищенко З.Н. (1974–1987), Бурмистенко Г.П. (1982–1993), Коваленко Л.Н. (1985–2002), Землянухина Л.А. (1983–1998); более 20 лет: Колинко В.А. (1964–1984), Матвиевская Н.И. (1984–2005), Приходькова Л.П. (1985–2007); более 30 лет: Серебрянская В.П. (1973–2006); более 40 лет: супруга А.А. Сокола – Сокол Татьяна Васильевна (1972–2014). Из технического персонала необходимо отметить лаборантов-исследователей Бараковскую Т.А. (1997–2018), Кольчикову Е.М. (1983–2018), Козлову Л.М. (1972–2010), Иващенко Т.М. (2000–2020), которые добросовестно и качественно выполняли техническую часть исследований (рис. 5).



Рис. 5. Коллектив отдела селекции и семеноводства ячменя, 1983 год
Fig. 5. The staff of the department of barley breeding and seed production, 1983

В течение последующих 40 лет коллектив отдела претерпел значительные изменения, он уменьшился в половину. Однако это

не снизило эффективности исследований, а наоборот, увеличило результативность работы (рис. 6).



Рис. 6. Коллектив отдела селекции и семеноводства ячменя, 2023 год
Fig. 6. The staff of the department of barley breeding and seed production, 2023

В 2014 г. в отделе открыты новые направления – создание голозерных сортов ярового ячменя и безостых сортов озимого ячменя. На основе комплексного изучения коллекционных сортов и образцов выделен ценный исходный материал, адаптированный к усилению проявления аридности климата. В настоящее время несколько перспективных голозерных и безостых линий проходят изучение в конкурсном сортоиспытании (Doroshenko et al., 2021; Донцова и др., 2014).

С 2016 г. ведется активная работа по выявлению линий озимого ячменя, обладающих генетической устойчивостью к поражению сетчатым гельминтоспориозом. Совместно с ВИР им. Н.И. Вавилова в рамках Проекта РФФИ № 15-34-51164 «Исследовательские испытания тест-систем молекулярного маркирования устойчивости ячменя к сетчатой пятнистости в условиях Южного Федерального округа» установлено, что ген *rpt5* является эффективным в плане устойчивости озимого ячменя к сетчатой пятнистости в условиях юга России. Выявлены функциональные аллели фланкирующих ген *rpt5* маркеров *hvm74* и *bmag0173*, сцепленные с устойчивостью к поражению данным патогеном в условиях юга России. Определены доноры устойчивости к данному патогену (Dontsova et al., 2018). Ежегодно проводится скрининг селекционного материала озимого ячменя на выявление гена устойчивости к сетчатому гельминтоспориозу. В конкурсном сортоиспытании изучаются линии-носители эффективного гена, обладающие высоким уровнем полевой устойчивости к патогену.

В результате коллективной работы сотрудников отдела и ВИР им. Н.И. Вавилова определены перспективы применения системы

функциональных (геноспецифичных) маркеров для маркер-вспомогательной селекции высокопродуктивных сортов ячменя путем сопоставления аллельного полиморфизма гена «полукарликовости» *sdw1/denso*, генов яровизации *Vrn* и генов фотопериода *Ppd* с результатами фенотипической оценки экономически важных признаков ячменя в полевых условиях. Установлено, что доминантный (мутантный) аллель гена «полукарликовости» *sdw1/denso* может быть рекомендован для отбора более продуктивных генотипов, поскольку аллели гена *sdw1/denso* достоверно ассоциированы с одним из главных параметров урожайности – крупностью зерна. Показано достоверное влияние полиморфизма гена *Vrn-H2* на содержание белка в зерне и устойчивость сортов к полеганию (Алабушев и др., 2019).

Совместно с Всероссийским НИИ радиологии и агроэкологии проведена оценка радиочувствительности сортов озимого и ярового ячменя селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской» с целью выявления сортов, устойчивых к проявлению стресс-факторов окружающей среды. Полученные результаты позволили провести анализ экспрессии генов и биохимических характеристик ранжированных сортов, что помогло выявить детерминанты формирования различной радиочувствительности сортов ячменя. Полученные данные о дифференциальной экспрессии генов расширили знания о молекулярных путях, участвующих в эффекте стимуляции, и предложения универсальных ген-мишеней для различных сортов ячменя могут быть основой для будущих исследований, направленных на получение более стрессоустойчивых сортов ячменя (Казакова и др., 2020; Gorbatova et al., 2020; Pishenin et al., 2021). В на-

стоящее время работа по поиску генов устойчивости к абиотическим и биотическим стрессорам и созданию стрессоустойчивых линий ячменя при помощи ионизирующих излучений и технологий редактирования генома продолжается в рамках Федеральной научно-исследовательской программы развития генетических технологий на 2019–2027 годы (на базе ФГБНУ ВНИИРАЭ).

Результатом совместных исследований с научными учреждениями страны является создание сортов ячменя озимого: Садко, Жигули, Квант (Самарский научный центр), Артель (Самарский научный центр, Федеральный научный центр зернобобовых и крупяных культур), Фокс 1 (Федеральный исследовательский центр «Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.Н. Вавилова»), Маруся (Национальный центр зерна им. П.П. Лукьяненко), Стрелец 30 (ВНИИ зернобобовых культур).

Многолетнее изучение разнообразного коллекционного и селекционного материала районированных сортов, ретроспективный анализ исследований по селекции ячменя на Дону, а также изучение взаимосвязей между урожайностью, элементами ее структуры, устойчивостью к стресс-факторам, полеганию, болезням позволили определить комплекс показателей, которыми должны характеризоваться вновь создаваемые сорта для условий Ростовской области.

Результатом данной работы стало существенное повышение результативности селекционной работы по ячменю в нашем учреждении. Так, по озимому ячменю в период 1961–1980 гг. результативность селекции составляла 42,9 %, 1981–2000 гг. – 50,0 %, 2001–2020 гг. – 66,7 %, по яровому ячменю – 33,3, 56,3 и 84,6 % соответственно (см. табл. 3, 4).

Таблица 3. Результаты селекции по озимому ячменю, 1961–2023 гг.
Table 3. Winter barley breeding results, 1961–2023

Период, гг.	Название сорта	Тип развития	Год передачи для изучения в Госсорте сети РФ	Год внесения в Госреестр РФ	Результативность селекции*
1961–1980	Ростовский 12	озимый	1967	–	42,9
	Искра	двуручка	1972	1976	
	Паллидум 198	озимый	1974	1980	
	Эврика	двуручка	1977	–	
	Ростовский 15	озимый	1978	–	
	Горизонт	двуручка	1978	1982	
1981–2000	Задонский 50	двуручка	1980	–	50,0
	Силуэт	озимый	1983	1988	
	Ростовский 738	озимый	1985	–	
	Ростовский 908	двуручка	1989	–	
	Ростовский 55	озимый	1993	1998	
	Донской 11	озимый	1996	–	
2001–2020	Ларец	двуручка	1998	2001	66,7
	Мастер	двуручка	2002	2005	
	Полет	озимый	2002	2005	
	Садко	озимый	2003	–	
	Гранд	озимый	2004	–	
	Жигули	озимый	2004	2008	
	Тигр	двуручка	2008	2013	
	Тимофей	двуручка	2008	2012	
	ВолгоДон	двуручка	2010	–	
	Артель	озимый	2011	–	
	Рандеву	озимый	2011	–	
	Ерема	озимый	2011	2015	
	Виват	двуручка	2013	2017	
	Фокс 1	озимый	2016	2019	
Маруся	двуручка	2017	2020		
Квант	озимый	2019	2022		
2021–	Степ	двуручка	2021	изучается	

Примечание. * – расчет результативности селекции производился по формуле $R = V / P \times 100 \%$, где R – результативность селекции, %; V – количество сортов, внесенных в Госреестр селекционных достижений РФ, шт.; P – количество сортов, переданных для изучения, шт.

Таблица 4. Результаты селекции по яровому ячменю, 1961–2023 гг.
Table 4. Spring barley breeding results, 1961–2023

Период, гг.	Название сорта	Год передачи для изучения в Госсортсети	Год внесения в Госреестр	Результативность селекции
1961–1980	Зерноградский 20	1974	–	33,3
	Зерноградский 33	1976	–	
	Зерноградский 73	1976	1980	
	Зерноградский 86	1976	1983	
	Кристалл 71	1978	–	
	Дончак	1980	–	
1981–2000	Символ	1982	–	56,3
	Лидер	1983	–	
	Зерноградский 244	1983	1988	
	Тан-1	1984	1990	
	Зерноградский 385	1985	1990	
	Казер	1987	–	
	Маныч 459	1987	1993	
	Дивный	1989	–	
	Дончак 2	1991	–	
	Зерноградский 584	1991	1995	
	Задонский 8	1994	1997	
	Зерноградский 813	1994	1997	
	Зерноградец 770	1996	1998	
	Приазовский 9	1997	2000	
Малахит 10	1999	–		
Азов	1999	–		
2001–2020	Ратник	2001	2004	84,6
	Сокол	2001	2005	
	Ясный	2002	2006	
	Заветный	2004	–	
	Тонус	2004	2008	
	Щедрый	2008	2011	
	Леон	2009	2013	
	Новик	2009	2013	
	Грис	2013	2016	
	Юла	2013	–	
	Федос	2016	2019	
	Формат	2017	2020	
	Азимут	2019	2022	
2021–	Стрелец 30	2021	изучается	
	Аркан	2022	изучается	

На перспективу приоритетными направлениями селекционной работы по ячменю в ФГБНУ «АНЦ «Донской» являются:

– создание сортов ярового ячменя различных идиотипов разнообразного хозяйственного использования (фуражные, «зеленый корм», крупяные, пивоваренные и иные цели) с высоким уровнем толерантности к любым проявлениям засухи и устойчивостью к лимитирующим стресс-факторам;

– создание сортов озимого ячменя и двуручек, обладающих высоким уровнем зимо- и морозостойкости на генетическом уровне.

Выводы.

Селекционный процесс за этот период возглавляли: А.В. Соснин – с 1932 по 1942 г., А.А. Куц – с 1944 по 1956 г., И.К. Котко – с 1957 по 1959 г., З.М. Калашникова – с 1960 по 1961, А.А. Сокол – с 1962 по 2000 г., Е.Г. Филиппов – с 2000 г. и по настоящее время. Научно-техническую часть проводил многочисленный

коллектив научных сотрудников, лаборантов и рабочих.

За 90 лет селекционной работы создано 76 сортов, (три находятся в изучении), из которых 39 было районировано или внесено в Государственный реестр селекционных достижений СССР, РФ и зарубежных стран. На 2023 г. в Госреестр России, Армении, Казахстана, Киргизии, Украины внесено 14 сортов ячменя и три проходят изучение.

Результатом совместных исследований с научными учреждениями страны является создание сортов ячменя: Садко, Жигули, Квант (Самарский научный центр), Артель, Стрелец 30 (Самарский научный центр, Федеральный научный центр зернобобовых и крупяных культур), Фокс 1 (Федеральный исследовательский центр «Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.Н. Вавилова»), Маруся (Национальный центр зерна им. П.П. Лукьяненко).

Библиографические ссылки

1. Алабушев В. А. Прогрессивная технология выращивания ярового ячменя на Северном Кавказе. Ростов н/Д.: Издательство Ростовского университета, 1992. 112 с.
2. Алабушев А. В., Донцова А. А., Филиппов Е. Г., Донцов Д. П., Перчук И. Н., Теплякова С. Б. Анализ влияния нуклеотидного полиморфизма гена *sdw1/denso* на изменчивость основных хозяй-

ственно-ценных признаков озимого ячменя // Земледелие. 2019. № 8. С. 38–42. DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10809.

3. Алабушев А. В., Донцова А. А., Филиппов Е. Г., Донцов Д. П., Перчук И. Н., Теплякова С. Б., Потокина Е. К. Поиск ассоциации аллельного полиморфизма генов Ppd и Vrn с изменчивостью основных хозяйственно-ценных признаков озимого ячменя // Зерновое хозяйство России. № 3 (63). 2019. С. 19–25. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-63-3-19-25.

4. Варламов А. А. Краткие сведения о Зерноградской государственной селекционной станции. Сборник научных трудов. Ростов н/Д.: Ростовское книжное издательство, 1957. С. 232–233.

5. Грабовец А. И., Кадушкина В. П., Коваленко С. А. Совершенствование методологии селекции яровой твердой пшеницы в условиях меняющегося климата // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2019. № 3. С. 33–36. DOI: 10.30850/vrsn/2019/3/33-36.

6. Гудзенко В. Н. Статистическая и графическая (GGE biplot) оценка адаптивной способности и стабильности селекционных линий ячменя озимого // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2019. Т. 23, № 1. С. 110–118. DOI: 10.18699/VJ19.469.

7. Донцова А. А., Филиппов Е. Г. Безостый ячмень – новое направление в селекции // Зерновое хозяйство России. № 1 (31). 2014. С. 13–16.

8. Ерошенко Л. М., Ромахин М. М., Ерошенко Н. А., Левакова О. В., Дедушев И. А., Наумова В. В. Использование метода оценки адаптивной способности, стабильности генотипов и дифференцирующей способности среды в селекции ярового ячменя на повышение качества зерна // Зерновое хозяйство России. 2018. № 6(60). С. 55–59. DOI: 10.31367/2079-8725-2018-60-6-55-59.

9. Иванисов М. М., Марченко Д. М., Некрасов Е. И. Оценка сортов озимой мягкой пшеницы в межстанционном испытании по хозяйственно-ценным признакам // Зерновое хозяйство России. 2022. № 1. С. 11–16. DOI: 10.31367/2079-8725-2022-79-1-11-16.

10. Казакова Е. А., Макаренко Е. С., Подлущий М. С., Донцова А. А., Битаршвили С. В., Лыченкова М. А., Горбатова И. В., Филиппов Е. Г., Донцов Д. П., Чиж Т. В., Снегирев А. С., Волкова П. Ю. Радиочувствительность сортов озимого ячменя и ярового ячменя по выраженности морфологического эффекта низкодозового гамма-облучения оригинальных семян // Зерновое хозяйство России. 2020. № 2 (68). С. 23–28. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-68-2-23-28.

11. Сокол А. А. Ячменное поле Дона. Ростов н/Д.: Кн. изд-во, 1985. 112 с.

12. Солонечный П. Н. AMMI и GGE biplot анализ взаимодействия генотип – среда линий ячменя ярового // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2017. Т. 21, № 6. С. 657–662. DOI: 10.18699/VJ17.283.

13. Темирбекова С. К., Афанасьева Ю. В., Куликов И. М., Ковалева О. Н., Ионова Н. Э. Исходный материал для селекции ярового ячменя в Центральной Нечерноземной зоне // Вестник Российской сельскохозяйственной науки. 2019. № 6. С. 169–23. DOI: 10.30850/vrsn/2019/6/19-23.

14. Филиппов Е. Г., Алабушев А. В. Селекция ярового ячменя. Ростов н/Д.: ЗАО «Книга», 2014. 208 с.

15. Филиппов Е. Г., Донцова А. А. Селекция озимого ячменя. Ростов н/Д.: ЗАО «Книга», 2014. 208 с.

16. Dontsova A. A., Alabushev A. V., Lebedeva M. V., Potokina E. K. Analysis of polymorphism of microsatellite markers linked to a longterm net form of net blotch resistance gene in winter barley varieties in the south of Russia // Indian Journal Genetics and Plant Breeding. 2018. № 78 (3). P. 317–323. DOI: 10.31742/IJGPB.78.3.4.

17. Gorbatoва I. V., Kazakova E. A., Podluskii M. S., Pishenin I. A., Bondarenko V. S., Dontsova A. A., Dontsov D. P., Snegirev A. S., Makarenko E. S., Bitarishvili S. V., Lychenkova M. A., Chizh T. V., Volkova P. Yu. Studying Gene Expression in Irradiated Barley Cultivars: PM19L-like and CML31-like Expression as Possible Determinants of Radiation Hormesis Effect // Agronomy. 2020. Vol. 10, № 11. Article number 1837. DOI: 10.3390/agronomy10111837.

18. Doroshenko E., Filippov Y., Dontsova A., Dontsov D. Screening of breeding material of naked barley for breedingvaluable traits in the conditions of the Rostov region // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021. Vol. 937, Article number 022121. DOI: 10.1088/1755-1315/937/2/022121.

19. Pishenin I., Gorbatoва I., Kazakova E., Podobed M., Mitsenyk A., Shesterikova E., Dontsova A., Dontsov D., Volkova P. Free Amino Acids and Methylglyoxal as Players in the Radiation Hormesis Effect after Low-Dose γ -Irradiation of Barley Seeds // Agriculture. 2021. Vol. 11, № 10. P. 918. DOI: 10.3390/agriculture11100918.

References

1. Alabushev V. A. Progressivnaya tekhnologiya vyrashchivaniya yarovogo yachmenya na Severnom Kavkaze [Progressive technology for growing spring barley in the North Caucasus]. Rostov n/D.: Izdatel'stvo Rostovskogo universiteta, 1992. 112 s.

2. Alabushev A. V., Dontsova A. A., Filippov E. G., Dontsov D. P., Perchuk I. N., Teplyakova S. B. Analiz vliyaniya nukleotidnogo polimorfizma gena sdw1/denso na izmenchivost' osnovnykh khozyaistvenno-tsennyykh priznakov ozimogo yachmenya [Analysis of the effect of the nucleotide polymorphism of the sdw1/denso gene on the variability of the main economically valuable traits of winter barley] // Zemledelie. 2019. № 8. S. 38–42. DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10809.

3. Alabushev A. V., Dontsova A. A., Filippov E. G., Dontsov D. P., Perchuk I. N., Teplyakova S. B., Potokina E. K. Poisk assotsiatsii allel'nogo polimorfizma genov Ppd i Vrn s izmenchivost'yu osnovnykh khozyaistvenno-tsennyykh priznakov ozimogo yachmenya [Search for the correlation between allelic polymorphism of the Ppd and Vrn genes and the variability of the main economically valuable traits of winter barley] // Zernovoe khozyaistvo Rossii. № 3 (63). 2019. S. 19–25. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-63-3-19-25.

4. Varlamov A.A. Kratkie svedeniya o Zernogradskoi gosudarstvennoi selektsionnoi stantsii. Sbornik nauchnykh trudov [Brief information about the Zernograd State Breeding Station]. Rostov-na-Donu: Rostovskoe knizhnoe izdatel'stvo, 1957. S. 232–233.
5. Grabovets A.I., Kadushkina V.P., Kovalenko S.A. Sovershenstvovanie metodologii selektsii yarovoi tverdoi pshenitsy v usloviyakh menyayushchegosya klimata [Improving the breeding methodology for spring durum wheat under a changing climate] // Vestnik Rossiiskoi sel'skokhozyaistvennoi nauki. 2019. № 3. S. 33–36 DOI: 10.30850/vrsn/2019/3/33-36.
6. Gudzenko V.N. Statisticheskaya i graficheskaya (GGE biplot) otsenka adaptivnoi sposobnosti i stabil'nosti selektsionnykh linii yachmenya ozimogo [Statistical and graphical (GGE biplot) estimation of adaptive capacity and stability of winter barley breeding lines] // Vavilovskii zhurnal genetiki i selektsii. 2019. T. 23, № 1. S. 110–118. DOI: 10.18699/VJ19.469.
7. Dontsova A.A., Filippov E. G. Bezostyi yachmen' – novoe napravlenie v selektsii [Awnless barley as a new direction in breeding] // Zernovoe khozyaistvo Rossii. № 1 (31). 2014. S. 13–16.
8. Eroshenko L. M., Romakhin M. M., Eroshenko N. A., Levakova O. V., Dedushev I. A., Naumova V. V. Ispol'zovanie metoda otsenki adaptivnoi sposobnosti, stabil'nosti genotipov i differentsiruyushchei sposobnosti sredy v selektsii yarovogo yachmenya na povyshenie kachestva zerna [Using the estimation method for the adaptive capacity, genotype stability and differentiating ability of the environment in spring barley breeding to improve grain quality] // Zernovoe khozyaistvo Rossii. 2018. № 6(60). S. 55–59. DOI: 10.31367/2079-8725-2018-60-6-55-59.
9. Ivanisov M. M., Marchenko D. M., Nekrasov E. I. Otsenka sortov ozimoi myagkoi pshenitsy v mezhsratsionnom ispytanii po khozyaistvenno-tsennym priznakam [Estimation of winter common wheat varieties in an inter-station test on economically valuable traits] // Zernovoe khozyaistvo Rossii. 2022. № 1. S. 11–16. DOI: 10.31367/2079-8725-2022-79-1-11-16.
10. Kazakova E. A., Makarenko E. S., Podlutskii M. S., Dontsova A. A., Bitarishvili S. V., Lychenkova M. A., Gorbatoval I. V., Filippov E. G., Dontsov D. P., Chizh T. V., Snegirev A. S., Volkova P. Yu. Radiochuvstvitel'nost' sortov ozimogo yachmenya i yarovogo yachmenya po vyrazhennosti morfologicheskogo effekta nizkodozovogo gamma-oblucheniya original'nykh semyan [Radiosensitivity of winter and spring barley varieties according to the severity of the morphological effect of low-dose gamma irradiation of original seeds] // Zernovoe khozyaistvo Rossii. 2020. № 2 (68). S. 23–28. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-68-2-23-28.
11. Sokol A. A. Yachmennoe pole Dona [Don barley field]. Rostov n/D.: Kn. izd-vo, 1985. 112 s.
12. Solonechnyi P. N. AMMI i GGE biplot analiz vzaimodeistviya genotip – sreda linii yachmenya yarovogo [AMMI and GGE biplot analysis of 'genotype-environment' interaction of spring barley lines] // Vavilovskii zhurnal genetiki i selektsii. 2017. T. 21, № 6. S. 657–662. DOI: 10.18699/VJ17.283.
13. Temirbekova S. K., Afanas'eva Yu. V., Kulikov I. M., Kovaleva O. N., Ionova N. E. Iskhodnyi material dlya selektsii yarovogo yachmenya v Tsentral'noi Nechernozemnoi zone [Initial material for spring barley breeding in the Central Non-Chernozem zone] // Vestnik Rossiiskoi sel'skokhozyaistvennoi nauki. 2019. № 6. S. 169–23. DOI: 10.30850/vrsn/2019/6/19-23.
14. Filippov E. G., Alabushev A. V. Seleksiya yarovogo yachmenya [Spring barley breeding]. Rostov n/D.: ZAO «Kniga», 2014. 208 s.
15. Filippov E. G., Dontsova A. A. Seleksiya ozimogo yachmenya [Winter barley breeding]. Rostov n/D.: ZAO «Kniga», 2014. 208 s.
16. Dontsova A. A., Alabushev A. V., Lebedeva M. V., Potokina E. K. Analysis of polymorphism of microsatellite markers linked to a longterm net form of net blotch resistance gene in winter barley varieties in the south of Russia // Indian Journal Genetics and Plant Breeding. 2018. № 78 (3). 317–323. DOI: 10.31742/IJGPB.78.3.4.
17. Gorbatoval I. V., Kazakova E. A., Podlutskii M. S., Pishenin I. A., Bondarenko V. S., Dontsova A. A., Dontsov D. P., Snegirev A. S., Makarenko E. S., Bitarishvili S. V., Lychenkova M. A., Chizh T. V., Volkova P. Yu. Studying Gene Expression in Irradiated Barley Cultivars: PM19L-like and CML31-like Expression as Possible Determinants of Radiation Hormesis Effect // Agronomy. 2020. Vol. 10, № 11. Article number 1837. DOI: 10.3390/agronomy10111837.
18. Doroshenko E., Filippov Y., Dontsova A., Dontsov D. Screening of breeding material of naked barley for breedingvaluable traits in the conditions of the Rostov region // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021. Vol. 937, Article number 022121. DOI: 10.1088/1755-1315/937/2/022121.
19. Pishenin I., Gorbatoval I., Kazakova E., Podobed M., Mitsenyk A., Shesterikova E., Dontsova A., Dontsov D., Volkova P. Free Amino Acids and Methylglyoxal as Players in the Radiation Hormesis Effect after Low-Dose γ -Irradiation of Barley Seeds // Agriculture. 2021. Vol. 11, № 10. P. 918. DOI: 10.3390/agriculture11100918.

Поступила: 28.03.23; доработана после рецензирования: 10.04.23; принята к публикации: 10.04.23.

Критерии авторства. Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Авторский вклад. Филиппов Е. Г., Донцова А. А., Донцов Д. П. – анализ данных и интерпретация, подготовка рукописи.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.