

НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

ISSN 1684-2464

# РИСОВОДСТВО

## RICE GROWING

№ 4 (45)  
2019

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение  
«Всероссийский научно-исследовательский институт риса»







## ВИЗИТ ДИРЕКТОРА С. В. ГАРКУШИ В ТУРКМЕНИСТАН

По приглашению Министра сельского хозяйства и охраны окружающей среды Туркменистана М. Байрамдурдыева, директор ВНИИ риса, доктор сельскохозяйственных наук, профессор Сергей Валентинович Гаркуша совершил визит в г. Ашхабад.

В ходе деловой программы, С. В. Гаркуша принял участие в Научно-практической конференции: «Туркменистан — Родина процветания: Сельскохозяйственная продукция и мировой рынок», а также состоялась встреча с Министром М. Байрамдурдыевым.

С. В. Гаркуша поздравил Глубокоуважаемого Президента Гурбангулы Бердымухаммедова и весь туркменский народ с Праздником урожая.

Среди участников мероприятия — члены Правительства и национального парламента, главы

аккредитованных в Туркменистане дипмиссий и представительств международных организаций, сотрудники министерств и ведомств, столичного и велятских хякимликов, работники сфер науки, образования и культуры, общественные деятели, СМИ, старейшины, студенческая молодёжь.

На территории комплекса была развёрнута выставка достижений агропромышленного комплекса страны, познакомившая с широким ассортиментом продукции сельхозпроизводства и связанного с ним сегмента переработки: текстильной отрасли и предприятий пищевой индустрии, относящихся к государственному и частному сектору экономики. Также были представлены образцы новейшей техники от ведущих производителей.

## ВИЗИТ ДЕЛЕГАЦИИ РЕСПУБЛИКИ ТУРКМЕНИСТАН ВО ВНИИ РИСА

13 декабря 2019 года в ФГБНУ «ВНИИ риса» состоялся визит делегации Республики Туркменистан.

С приветственным словом к участникам мероприятия обратился директор института Гаркуша Сергей Валентинович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор. Он отметил, что Всероссийский научно-исследовательский институт риса — государственное бюджетное учреждение, осуществляющее научное обеспечение деятельности агропромышленного комплекса Краснодарского края и Российской Федерации по вопросам рисоводства и овощеводства. Деятельность института носит инновационный характер, который во многом определяется постоянным производственным контактом с организациями и предприятиями Краснодарского края по вопросам рисоводства и овощеводства.

Институтом создан уникальный научный полигон, включающий два филиала: ЭСОС «Красная» и РПЗ «Красноармейский» им. А. И. Майстренко, на полях которых внедряются завершённые разработки ученых, проводятся экологические и производ-

ственные испытания новых высокоурожайных сортов риса. Общая численность работников института с учетом реорганизации составляет 1320 человек, площадь земельных ресурсов 20 тысяч гектар. Кроме риса, институт занимается селекцией и семеноводством овощных культур. За более чем 85-летний период деятельности учеными института создано более 100 сортов риса и 150 сортов и гибридов овощебахчевых культур.

Присутствующие были ознакомлены с деятельностью института, посетили Уникальную научную установку «Коллекция генетических ресурсов риса, овощных и бахчевых культур», лабораторию качества риса и музей.

По итогам переговоров достигнута договоренность о сотрудничестве в области селекции, семеноводства и агротехники возделывания риса. В 2020 году будут заложены демонстрационное и экологическое испытания сортов риса отечественной селекции в трех агроландшафтных районах Республики Туркменистан.

# РИСОВОДСТВО

## НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

ISSN 1684-2464

Учредитель: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт риса»  
Издается с 2002 года  
Периодичность – 4 выпуска в год

Журнал включен в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора наук, на соискание ученой степени кандидата наук. Дата включения издания в перечень – 6 июня 2017 года.

Главный редактор

**С. В. ГАРКУША** (ВНИИ риса),  
д-р с.-х. наук, профессор  
Заместитель главного редактора

**В. С. КОВАЛЕВ** (ВНИИ риса)  
д-р с.-х. наук, профессор

Научный редактор  
**Н. Г. ТУМАНЬЯН** (ВНИИ риса)  
д-р биол. наук, профессор

Редакционная коллегия

**И. Б. АБЛОВА** (КНИИСХ им. П. П. Лукьяненко), д-р с.-х. наук

**Т. Ф. БОЧКО** (КубГУ), канд. биол. наук

**ДЖАО НЬЯЛИ** (Китай, Ляонинская Академия с.-х. наук)  
Ph.D

**В. А. ДЗЮБА** (ВНИИ риса), д-р биол. наук, профессор

**Л. В. ЕСАУЛОВА** (ВНИИ риса), канд. биол. наук

**Г. Л. ЗЕЛЕНСКИЙ** (КубГАУ), д-р с.-х. наук, профессор

**С. В. КИЗИНЕК** (РПЗ «Красноармейский»  
им. А. И. Майстренко), д-р с.-х. наук

**С. В. КОРОЛЕВА** (ВНИИ риса), канд. с.-х. наук

**П. И. КОСТЫЛЕВ** (ФГБНУ «Аграрный научный центр  
"Донской"»), д-р с.-х. наук, профессор

**В. А. ЛАДАТКО** (ВНИИ риса), канд. с.-х. наук

**Ж. М. МУХИНА** (ВНИИ риса), д-р биол. наук

**А. Н. ПОДОЛЬСКИХ** (Казакский НИИ рисоводства  
им. И. Жахаева), д-р с.-х. наук

**М. А. СКАЖЕННИК** (ВНИИ риса), д-р биол. наук

**А. И. СУПРУНОВ** (КНИИСХ им. П. П. Лукьяненко), д-р с.-х. наук

**Н. Г. ТУМАНЬЯН** (ВНИИ риса), д-р биол. наук, профессор

**Е. М. ХАРИТОНОВ** (ВНИИ риса), академик РАН, профессор

**М. И. ЧЕБОТАРЕВ** (КубГАУ), д-р техн. наук, профессор

**А. Х. ШЕУДЖЕН** (ВНИИ риса), академик РАН, профессор

Редактор **И. Г. ДОМИНОВА** (ВНИИ риса)

Переводчик **И. С. ПАНКОВА** (ВНИИ риса)

Адрес редакции:

Белозерный, 3, Краснодар, 350921, Россия

arri\_kub@mail.ru, «В редакцию журнала».

Научный редактор: тел.: (861) 229-42-66

Свидетельство о регистрации СМИ

№ 019255 от 29.09.1999,

выдано Государственным комитетом РФ по печати.

В журнале публикуются оригинальные статьи проблемного и научно-практического характера, представляющие собой результаты исследований по физиологии, биотехнологии, биохимии, агрохимии; методические рекомендации по использованию сортов в различных почвенно-климатических регионах; сообщения о селекционных и семеноводческих достижениях; рассмотрение производственных и экономических проблем отрасли; а также обзорные, систематизирующие, переводные статьи, рецензии.

# RICE GROWING

## SCIENTIFIC RESEARCH AND PRODUCTION MAGAZINE

Founder: Federal State Budgetary Scientific Institution "ARRRI"  
Published since 2002  
Periodicity 4 issues a year

Journal is included into List of Leading peer-reviewed journals and publications, where basic scientific results of doctoral dissertations and Ph.D. dissertations should be published. Date of issue inclusion into the list – June 6th 2017.

Editor-in-Chief

**S. V. GARKUSHA** (ARRRI)

Dr. Sc. {Agriculture}, professor

Deputy Chief Editor

**V. S. KOVALYOV** (ARRRI)

Doctor of Agricultural Sciences, professor

Scientific Editor

**N. G. TUMANIAN** (ARRRI)

Doctor of Biological Sciences, professor

Editorial Board

**I. B. ABLOVA** (Krasnodar Research Institute of Agriculture

named after P. P. Lukianenko), Dr. Sc. {Agriculture}

**T. F. BOCHKO** (KubSU), Cand. Sc. {Biology}

**ZHAO NIANLI** (China, Liaoning Academy of Agricultural Science), Ph. D

**V. A. DZUBA** (ARRRI), Dr. Sc. {Biology}, professor

**L. V. ESAULOVA** (ARRRI), Cand. Sc. {Biology}

**G. L. ZELENSKY** (KubSAU), Dr. Sc. {Agriculture}, professor

**S. V. KIZINEK** (Krasnoarmeysky Rice Growing Pedigree Plant

named after A. I. Maystrenko), Dr. Sc. {Agriculture}

**S. V. KOROLYOVA** (ARRRI), Cand. Sc. {Agriculture}

**P. I. KOSTYLEV** (SSE "ARC "Donskoy"), Dr. Sc. {Agriculture}, professor

**V. A. LADATKO** (ARRRI), Cand. Sc. {Agriculture}

**Zh. M. MUKHINA** (ARRRI), Dr. Sc. {Biology}

**A. N. PODOLSKIKH** (Kazakh Scientific Research Institute of Rice Growing named after I. Zhakhaev), Dr. Sc. {Agriculture}

**M. A. SKAZHENNIK** (ARRRI), Dr. Sc. {Biology}

**A. I. SUPRUNOV** (Krasnodar Research Institute of Agriculture

named after P. P. Lukianenko), Dr. Sc. {Agriculture}

**N. G. TUMANIAN** (ARRRI), Dr. Sc. {Biology}, professor

**E. M. KHARITONOV** (ARRRI), Academician of Russian Academy of Sciences, professor

**M. I. CHEBOTAREV** (KubSAU), Dr. Sc. {Engineering}, professor

**A. KH. SHEUDZHEN** (ARRRI), Academician of Russian Academy of Sciences, professor

Editor **I. G. DOMINOVA** (ARRRI)

Interpreter **I. S. PANKOVA** (ARRRI)

Address:

3 Belozerny, Krasnodar, 350921, Russia

arri\_kub@mail.ru, «Attn. Editors of the Magazine» Scientific

Editor: tel. (861) 229-42-66

Mass Media Registration Certificate

#019255 dd. 29.09.1999, issued by National Press Committee of the Russian Federation.

The magazine features original articles addressing problem areas and applied scientific research results (namely, those related to physiology, biotechnology, biochemistry and agrochemistry); methodological recommendations on the use of rice varieties in various soil and climatic regions; reports on breeding and seed growing achievements; reviews of production and financial issues faced by the industry; overviews, systematizations, translations and reviews of articles.

## СОДЕРЖАНИЕ

## НАУЧНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ

<b>Т. В. Суницкая, О. В. Мохань, И. Г. Абакумец</b> Оценка сортов риса в конкурсном испытании	6
<b>Р. О. Давоян, Э. Р. Давоян, И. В. Бебякина, А. Н. Зинченко, Д. С. Миков, Ю. С. Зубанова, Д. М. Болдаков</b> Изучение эффективности гаплопродюсеров кукурузы для стимулирования образования гаплоидных зародышей мягкой пшеницы	12
<b>А. И. Супрунов, А. П. Петряков, Д. С. Перевязка, А. А. Терещенко</b> Селекция раннеспелых гибридов кукурузы с быстрой отдачей влаги зерном при созревании	19
<b>О. А. Брагина, М. А. Ладатко</b> Эколого-иммунологическое испытание сортов риса в условиях Краснодарского края	25
<b>Л. А. Беспалова, И. Б. Аблова, Ж. Н. Худокормова, О. Ю. Пузырная, Г. Д. Набоков, Е. В. Агаева, А. С. Тархов</b> Генетическая защищенность сортов озимой пшеницы от ржавчинных болезней	30
<b>М. А. Скаженник, В. А. Дзюба, В. С. Ковалёв, С. В. Гаркуша, Е. В. Дубина, И. Н. Чухирь, Е. Г. Савенко, Ю. А. Макуха, Т. С. Пшеницына</b> Создание и улучшение исходного материала риса, устойчивого к низким положительным температурам	38
<b>А. Я. Барчукова, Н. В. Чернышева, В. А. Ладатко</b> Влияние препарата Мелафен на рост растений, урожайность и качество зерна риса	47
<b>В. Н. Паращенко, Р. С. Шарифуллин, В. Н. Чижиков, В. В. Гергель, Ю. В. Кумейко</b> Эффективность применения ингибитора нитрификации в рисоводстве	52
<b>С. В. Королева, Н. В. Шуляк</b> Комбинационная способность перспективных линий перца сладкого по признакам продуктивности	58
<b>С. А. Юрченко</b> Изучение общей и специфической комбинационной способности среднепоздних линий капусты белокочанной по признаку «масса кочана»	64
<b>Я. К. Тосунов, А. Я. Барчукова</b> Влияние препарата Стимакс марка старт на рост, урожайность и качество плодов перца сладкого	70
<b>Е. Н. Благородова, В. Э. Лазько, О. В. Якимова</b> Новинка — озимый сорт чеснока Краснодарский-225	74

## СОДЕРЖАНИЕ

## НАУЧНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ

**О. В. Якимова, В. Э. Лазько**Оценка и отбор исходного материала для создания родительских линий  
тыквы мускатной порционного размера

78

**Е. А. Варивода, Т. Г. Колебошина, С. В. Малуева**Результаты сортоиспытания новых сортов и гибридов арбуза  
в богарных условиях Волгоградского Заволжья

84

**В. Э. Лазько, О. В. Якимова, Е. Н. Благородова**Использование летних посевов в семеноводстве сортов ранней группы  
спелости бахчевых культур

89

**Т. Б. Кумейко, Н. Г. Туманьян**Влияние азотных удобрений на технологические признаки качества сортов риса  
селекции ВНИИ риса, выращенных в Абинском районе Краснодарского края

95

## TABLE OF CONTENTS

## SCIENTIFIC PUBLICATIONS

<b>T. V. Sunitskaya, O. V. Mohan, I. G. Abakumets</b> Evaluation of rice varieties in competitive testing	6
<b>R. O. Davoyan, E. R. Davoyan, I. V. Bebyakina, A. N. Zinchenko, D. S. Mikov, J. S. Zubanova, D. M. Boldakov</b> Studying of the efficiency of haploproducers of corn for stimulating the formation of haploid embryos of common wheat	12
<b>A. I. Suprunov, A. P. Petryakov, D. S. Perevyazka, A. A. Tereshchenko</b> Selection of early maturing maize hybrids with quick return of moisture by grain at maturation	19
<b>O. A. Bragina, M. A. Ladatko</b> Ecological and immunological test of rice varieties in the conditions of the Krasnodar region	25
<b>L. A. Besspalova, I. B. Ablava, Zh. N. Khudokormova, O. Yu. Puzirnaya, G. D. Nabokov, E. V. Agaeva, A. S. Tarkhov</b> Genetic protection of winter wheat varieties from rust diseases	30
<b>M. A. Skazhennik, V. A. Dzuba, V. S. Kovalyov, S. V. Garkusha, E. V. Dubina, I. N. Chukhir, E. G. Savenko, Ju. A. Makukha, T. S. Pshenitsyna</b> Creation and improvement of rice initial stock resistant to low positive temperatures	38
<b>A. Y. Barchukova, N. V. Chernisheva, V. A. Ladatko</b> Impact of melafen on plant growth, yield and rice grain quality	47
<b>V. N. Parashenko, R. S. Sharifullin, V. N. Chizhikov, V. V. Gergel, Yu. V. Kumeyko</b> Efficiency of using nitrification inhibitor in rice growing	52
<b>S. V. Koroleva, N. V. Shulyak</b> Combining ability of promising lines of sweet pepper by traits of productivity	58
<b>S. A. Yurchenko</b> Study of general and specific combining ability of medium-late lines of white cabbage by the trait "mass of the head"	64
<b>Ya. K. Tosunov, A. Y. Barchukova</b> The influence of the drug semax brand start on growth, yield and fruit quality of sweet pepper	70
<b>E. N. Blagorodova, V. E. Lazko, O. V. Yakimova</b> Novelty — winter grade of garlic Krasnodar-225	74



## TABLE OF CONTENTS

## SCIENTIFIC PUBLICATIONS

**O. V. Yakimova, V. E. Lazko**

Evaluation and selection of initial material to develop the parental lines of muscat pumpkin of portion size

78

**E. A. Varivoda, T. G. Koleboshina, S. V. Malueva**

Results of variety tests of new varieties and hybrids of waterboard in bogara conditions of the Volgograd Volga region

84

**Viktor E. Lazko, Olga V. Yakimova, E. N. Blagorodova**

The use of summer crops in seed varieties of the early group of ripeness of melons

89

**T. B. Kumejko, N. G. Tumanyan**

Impact of nitrogen fertilizers on technological quality traits of rice varieties of ARRRRI breeding grown in Abinskiy district, Krasnodar region

95

УДК 633.18:631.526(571.63)

**Т. В. Суницкая,**  
**О. В. Мохань,** канд. с.-х. наук,  
**И. Г. Абакумец,**  
 г. Уссурийск, Россия

### ОЦЕНКА СОРТОВ РИСА В КОНКУРСНОМ ИСПЫТАНИИ

Конкурсное сортоиспытание — завершающий этап селекционного процесса. Целью исследования являлось изучение вариабельности хозяйственно ценных признаков сортов риса в конкурсном испытании с использованием корреляционного анализа. В статье приведены результаты исследований 2016–2018 гг. семи сортов риса в конкурсном испытании по основным хозяйственно ценным признакам. Установлена их корреляционная зависимость друг от друга, которая указывает на тесноту и направление этих связей. Все сорта различного морфотипа, скороспелые, устойчивы к полеганию, осыпанию, сформировали урожайность зерна на уровне 48,8–60,6 ц/га. Высокие показатели урожайности зафиксированы у сортов ПримНИИСХ 417-06, ПримНИИСХ 103/5-2-10, ПримНИИСХ 178-6-10, превышающие стандарт Приморский 29 на 8,2–16,7 ц/га (18,7–38 %). За годы исследований в зависимости от сорта варьирование признаков «период вегетации», «высота растений», «длина главной метелки», «масса 1000 зерен» и «коэффициент хозяйственной эффективности фотосинтеза» было незначительным. Сильной изменчивостью отличались признаки «продуктивное кущение», «количество зерен на главной метелке» и «продуктивность растения». Отмечены достоверные положительные связи урожайности с продуктивностью растения и коэффициентом хозяйственной эффективности фотосинтеза, коэффициент корреляции — 0,61 и 0,42 соответственно; продуктивности растения с продуктивностью главной метелки ( $r = 0,92–0,99$ ), продуктивным кущением ( $r = 0,73–0,99$ ), количеством зерен на главной метелке ( $r = 0,68–0,93$ ). Отрицательная взаимосвязь продуктивности растения выявлена со стерильностью главной метелки, практически на всех изученных сортах. Выделены три сорта, которые можно рекомендовать для передачи в госсортоиспытание.

**Ключевые слова:** рис, селекция, конкурсное сортоиспытание, продуктивность, вариация, корреляционный анализ, Приморский край.

### EVALUATION OF RICE VARIETIES IN COMPETITIVE TESTING

Competitive variety testing is the final stage of the selection process. The aim of the study was to study the variability of economically valuable characteristics of rice varieties in a competitive trial using correlation analysis. The article presents the results of the study in 2016–2018 seven varieties of rice in competitive testing on the main economically valuable features. Their correlation dependence on each other is established, which indicates the closeness and direction of these connections. All varieties of different morphotypes, precocious, resistant to lodging, shedding, formed grain yield at the level of 48.8–60.6 kg / ha. High yield rates were recorded in varieties PrimSRIA 417-06, PrimSRIA 103/5-2-10, PrimSRIA 178-6-10, exceeding the Primorsky 29 standard by 0.82–1.67 t/ha (18.7–38 %). Over the years of research, depending on the varieties, the variation of the signs «vegetation period», «plant height», «length of the main panicle», «weight of 1000 grains» and «coefficient of economic efficiency of photosynthesis» was insignificant. «Productive tillering», «number of grains in the main panicle» and «plant productivity» had strong variability. There were significant positive relationships of productivity with plant productivity and economic efficiency coefficient of photosynthesis, correlation coefficient — 0.61 and 0.42, respectively; plant productivity with the productivity of the main panicle ( $r = 0.92–0.99$ ), productive tillering ( $r = 0.73–0.99$ ), the number of grains on the main panicle ( $r = 0.68–0.93$ ). Negative correlation of plant productivity was revealed with sterility of the main panicle, practically on all studied varieties. There are three varieties that can be recommended for transfer to the state variety testing.

**Key words:** rice, selection, competitive variety testing, productivity, variation, correlation analysis, Primorsky Krai.

### Введение

Выращивание риса в Российской Федерации осуществляется в девяти регионах на рисовых оросительных системах инженерного типа с использованием интенсивных технологий, предусматривающих возделывание сортов нового поколения, комплексную систему минерального питания, защиту растений от сорняков, вредителей и болезней [7]. Интенсификация рисоводства в последние

годы способствовала увеличению валового сбора зерна риса в стране в 1,4 раза с 738,3 тыс. тонн в 2008 году до 1038,2 тыс. тонн в 2018 году, а урожайность за указанный период возросла на 11,6 ц/га, с 46,0 до 57,6 ц/га соответственно [15].

Приморский край является самой северной границей возделывания риса [9]. Реформы 1990-х годов негативно отразились на развитии рисоводства, что повлекло сокращение площадей по-



сева риса более чем на 70 % [16]. За последние 10 лет площадь посева риса увеличилась с 8,1 до 13,4 тыс. га в 2018 году, по валовому сбору край занимает четвертое место в России — 26,3 тыс. тонн [15].

Практические успехи селекционеров за последние годы свидетельствуют об имеющемся потенциале повышения продуктивности сортов растений. В ходе селекции очень сложно совместить в одном генотипе высокий потенциал продуктивности с широкой экологической пластичностью. Именно поэтому крайне важно разрабатывать модели сортов для каждой агроклиматической зоны возделывания [5, 10].

На разных этапах селекции, повышения продуктивности растений риса удавалось добиться за счет улучшения отдельных признаков, таких как: продуктивная кустистость, устойчивость к болезням и полеганию, озерненность метелки, крупность и масса зерна. Резервом повышения продуктивности рисового поля является изменение структуры растения риса [3].

Селекционный процесс завершается конкурсным сортоиспытанием. Его задача состоит в подтверждении статуса предъявляемых селекционных достижений, выборе лучшего из них в условиях, максимально приближенных к производственным [13].

По мнению Гущина Г. Г. и др. исследователей основными критериями оценки сортов в конкурсном испытании являются урожайность, качество продукции, устойчивость к болезням, приспособленность к механизированной уборке [1].

Между варьирующими явлениями, объектами, условиями среды, ростом, продуктивностью растений и другими показателями существуют определенные взаимосвязи: значение средней величины одного признака изменяется при изменении другого. При массовом изучении признаков необходимо устанавливать их корреляционную зависимость друг от друга, которая указывает на тесноту и направление этих связей [11].

### **Цель исследований**

Изучить вариабельность хозяйственно ценных признаков сортов риса в конкурсном испытании с использованием корреляционного анализа.

### **Материалы и методы**

Исследования были проведены в 2016–2018 гг. на экспериментальной рисовой системе ФГБНУ «ФНЦ агробiotехнологий Дальнего Востока им. А. К. Чайки», расположенной в почвенно-климатической зоне г. Уссурийск. В качестве материала использовали 6 сортов риса селекции ФГБНУ «ФНЦ агробiotехнологий Дальнего Востока им. А. К. Чайки» и стандарт — Приморский 29.

Почва опытного участка — луговая глеевая тяжелосуглинистая, характерная для многих рисовых систем [4]. По содержанию фосфора пахотный слой почвы имеет повышенную оценку, по обмену калию — высокую, по кислотности — сред-

не- и слабокислую. Возделывание риса проводили согласно разработанной для Приморского края технологии [14]. Предшественник — сидерально-занятый пар (соя на зеленое удобрение). В качестве основного удобрения использовали диаммофос (300 кг) в дозе внесения  $N_{30}P_{78}K_{78}$  д.в. на 1 га, подкормку в фазу кушения (3–4 листа) — карбамид (100 кг) —  $N_{46}$  д.в. на 1 га. Режим орошения — укороченное затопление.

Посев сортов риса производили с 10–23 мая, норма высева 7 млн. всхожих зерен на гектар с глубокой заделкой семян (4–5 см) сеялкой СН-16, площадь делянки 25 м<sup>2</sup>, повторность — четырехкратная. Метод размещения — рендомизированные повторения. Уборку урожая проводили после созревания сортов напрямую малогабаритным комбайном YANMAR CA 215. С закрепленных площадок отбирали модельные снопы для биометрического анализа.

Температурный режим в целом соответствовал биологическим требованиям культуры риса. Осадки значительно варьировали по месяцам и годам. В 2017 и 2018 гг. их было суммарно (июль, август) — 484,4 и 486,5 мм, соответственно, что значительно больше, чем в 2016 г. (326,4 мм), при норме 224 мм.

Учеты и наблюдения проведены по методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [8]. Форму куста определяли согласно методическим указаниям по изучению мировой коллекции риса [6]. Биометрический анализ проводили в соответствии с общепринятыми методиками, разработанными во ВНИИ риса [17].

Математическая обработка проведена по методике Б. А. Доспехова с использованием прикладных математических программ. Изменчивость принято считать незначительной, если коэффициент вариации (V) не превышает 10 %, средней — V выше 10 %, но меньше 20 %, и значительной, если V более 20 % [2]. При значении коэффициента корреляции  $r < 0,33$  — корреляционная связь между признаками слабая,  $r = 0,33–0,66$  — средняя,  $r > 0,66$  — сильная, а  $r = 1$  — полная. О направлении связи делают вывод в зависимости от знака при r: «+» — прямая, «-» — обратная [12].

### **Результаты и обсуждение**

Все сорта риса конкурсного испытания различались по форме куста в зависимости от угла отхождения боковых стеблей от уровня почвы.

Сорта ПримНИИСХ 822-10, ПримНИИСХ 823-10 и ПримНИИСХ 417-06 имеют слабо развалистую форму куста, остальные — средне развалистую. Это указывает на то, что растения были обеспечены достаточной освещенностью листьев различных ярусов для осуществления высокопродуктивного фотосинтеза.

Признак «период вегетации» имел незначительную степень изменчивости ( $V = 3,52–9,13$  %) (табл. 1). Все сорта относятся к группе скороспелых, наиболее раннеспелый — ПримНИИСХ 823-10 (104 дн.).

Таблица 1. Вариабельность ряда признаков сортов КСИ, 2016–2018 гг., (V, %)

Сорт	Признаки								
	период вегетации	урожайность	высота растения	продуктивное кущение	длина метелки	кол-во зерен	продуктивность растения	масса 1000 зерен	K <sub>хоз</sub>
Приморский 29, St	3,52	6,99	3,86	13,17	7,44	23,9	33,53	1,85	2,51
ПримНИИСХ 168-3-11	8,17	6,9	3,93	11,86	6,1	11,32	17,17	1,49	1,59
ПримНИИСХ 417-06	6,99	15,8	6,17	21,47	4,16	18,77	18,99	2,92	8,11
ПримНИИСХ 822-10	9,13	12,51	2,03	4,24	9,57	24,63	24,75	1,69	8,09
ПримНИИСХ 823-10	4,76	7,43	2,76	12,86	5,89	13,74	19,27	2,35	9,19
ПримНИИСХ 103/5-2-10	3,89	15,2	4,96	8,95	2,65	14,24	28,11	0,33	6,89
ПримНИИСХ 178-6-10	4,15	4,02	3,13	27,87	1,78	9,64	30,23	6,2	4,28
V, %	5,46	13,5	7,66	26,29	7,52	24,39	32,3	4,56	7,26

В годы исследования сорта показали себя устойчивыми к осыпанию и пирикулярриозу в полевых условиях. Большинство из них имели высокий (7 баллов) и очень высокий (9 баллов) показатели устойчивости стеблевого полегания (табл. 2).

Высота растений не относится к элементам структуры урожая, но может сильно повлиять на него из-за ряда факторов (устойчивость к полеганию). По результатам биометрического анализа – ПримНИИСХ 112-3-10, ПримНИИСХ 823-10,

Таблица 2. Морфобиометрические признаки сортообразцов риса конкурсного испытания, 2016–2018 гг.

Сорт	Период вегетации	Урожайность	Устойчивость к полеганию	Высота растения	Продуктивное кущение	Главная метелка				Масса зерна с растения	Масса 1000 зерен	K <sub>хоз</sub>
						длина метелки	кол-во зерен	стерильность	масса зерна			
	дн.	ц/га	балл	см	см	шт.	%	г	г	г	%	
Приморский 29, St	107	43,9	7	72,4	2,4	14,0	96,6	12,1	2,43	5,07	28,7	50,6
ПримНИИСХ 168-3-11	106	48,8	7	79,1	1,8	15,6	98,9	12,3	2,76	4,84	30,1	57,8
ПримНИИСХ 417-06	105	52,1	7	82,9	1,6	15,6	106,5	11,8	3,01	4,37	31,1	56,6
ПримНИИСХ 822-10	105	49,5	9	78,3	2,8	16,2	80,7	14,8	2,3	4,93	32,5	58,5
ПримНИИСХ 823-10	104	48,3	9	72,1	2,8	15,8	76,7	12,4	2,05	4,10	29,8	52,8
ПримНИИСХ 103/5-2-10	107	55,2	7	86,6	2	15,8	123,2	13,7	3,09	4,98	30,5	55,8
ПримНИИСХ 178-6-10	105	60,6	7	84,6	2,9	14,1	137,1	24,3	3,52	7,42	31,0	56,6
Среднее значение	105,4	51,2	7	79,4	2,3	15,3	102,8	14,5	2,7	4,9	30,5	55,5

ПримНИИСХ 822-10 относятся к низкорослым (72,1–79,1 см), а остальные — к среднерослым (82,9–86,6 см). Коэффициент вариации этого признака — незначительный (2,03–6,17 %).

Кустистость — важный агрономический признак. По продуктивной кустистости отличились сорта с двумя и более боковыми продуктивными побегами — ПримНИИСХ 822-10, ПримНИИСХ 823-10, ПримНИИСХ 103/5-2-10 и ПримНИИСХ 178-6-10. Сильная изменчивость признака отмечена у ПримНИИСХ 178-6-10 ( $V = 27,87\%$ ) и ПримНИИСХ 417-06 ( $V = 21,47\%$ ).

Урожайность, как известно, признак очень сложный и является результатом взаимного воздействия многих факторов как внешних, так и внутренних. Увеличение урожайности зависит от индивидуальной продуктивности растения и густоты посева в целом. Продуктивность растений риса зависит от развития многих хозяйственных признаков: высоты растений, длины метелки, числа колосков и зерен метелки, крупности и массы 1000 зерен.

За три года изучения 7 сортов риса выявлено, что урожайность варьировала со средней изменчивостью в пределах 48,8–60,6 ц/га. ПримНИИСХ 417-06, ПримНИИСХ 103/5-2-10, ПримНИИСХ 178-6-10 превысили стандарт Приморский 29 по урожайности на 8,2–16,7 ц/га (18,7–38 %) и продуктивности главной метелки на 3,01–3,52 г (23,9–44,9 %). В большей степени варьирование отмечено у признака масса зерна с растения ( $V = 17,17\text{--}33,53\%$ ) (табл. 1).

Анализ структуры главной метелки показал, что максимальная урожайность сформировалась у сортов с высоким числом зерен в метелке (106,5–137,1 шт.). Сильная изменчивость признака отмечена у сортов ПримНИИСХ 822-10 ( $V = 24,63\%$ ) и Приморский 29 ( $V = 23,9\%$ ). ПримНИИСХ 178-6-10 оказался более озерненным (137,1 шт.), но образо-

вывал больше пустых зерен — 24,3 %, это повлияло на качество урожая, масса зерна с растения у него превысила стандарт на 46,4 %. ПримНИИСХ 823-10 имел низкое количество зерен — 76,7 шт., при этом стерильность составила 12,4 %, остальные были на уровне стандартного сорта.

Важной характеристикой риса для перерабатывающей промышленности является крупность зерна. Чем крупнее зерно, тем легче очистить его от сорной примеси, оно легче обрушивается, и имеет более высокий товарный вид. Масса 1000 зерен — слабо варьирующий технологический признак зерна, что свидетельствует о достаточной гомозиготности новых сортов. Наиболее крупнозерный — ПримНИИСХ 822-10 с массой 1000 зерен 32,5 г, также можно отметить — ПримНИИСХ 168-3-11, ПримНИИСХ 417-06, ПримНИИСХ 178-6-10, ПримНИИСХ 103/5-2-10, имеющие массу 1000 зерен 30,1–31,1 г.

$K_{\text{хоз}}$  — коэффициент хозяйственной эффективности фотосинтеза высокий, превышение стандарта на 2,8–8,5 %, что доказывает — большую часть надземной биомассе составляет зерно.

Коэффициенты корреляции между признаками широко используют в селекции различных сельскохозяйственных культур для облегчения поиска необходимых генотипов. Это позволяет ускорить селекционный процесс при создании новых, различных типов растений.

Урожайность имеет достоверные положительные связи с продуктивностью растения ( $r = 0,61$ ) и коэффициентом хозяйственной эффективности фотосинтеза ( $r = 0,42$ ).

Корреляционный анализ показал наличие сильных значимых связей между основными составными компонентами продуктивности. Как следует из таблицы 3, наиболее сильная прямая связь продуктивности растения отмечена с: продук-

**Таблица 3. Корреляционная зависимость хозяйственно ценных признаков сортов риса конкурсного испытания, 2016–2018 гг.**

Сорт	Продуктивность растения и:					
	продуктивное кущение	длина главной метелки	кол-во зерен на главной метелке	стерильность главной метелки	масса зерна с главной метелки	масса 1000 зерен
Приморский 29, St	0,39	0,96	0,93	-0,63	0,99	-0,99
ПримНИИСХ 168-3-11	0,99	0,96	1	-0,68	0,99	0,14
ПримНИИСХ 417-06	0,85	0,08	-0,24	0,24	0,17	0,54
ПримНИИСХ 822-10	0,94	0,85	0,89	-0,41	0,98	-0,28
ПримНИИСХ 823-10	-0,58	0,83	0,68	-0,65	0,99	0,69
ПримНИИСХ 103/5-2-10	-0,75	0,68	0,68	-0,94	0,92	0,95
ПримНИИСХ 178-6-10	0,73	0,75	0,57	-0,98	0,99	-0,89



тивным кущением ( $r = 0,73-0,99$ ) у сортообразцов: ПримНИИСХ 168-3-11, ПримНИИСХ 822-10, ПримНИИСХ 417-06, ПримНИИСХ 178-6-10; длиной метелки ( $r = 0,68-0,96$ ) — Приморский 29, ПримНИИСХ 168-3-11, ПримНИИСХ 822-10, ПримНИИСХ 823-10, ПримНИИСХ 103/5-2-10, ПримНИИСХ 178-6-10; числом зерен на главной метелке ( $r = 0,68-1$ ) Приморский 29, ПримНИИСХ 168-3-11, ПримНИИСХ 822-10, ПримНИИСХ 823-10, ПримНИИСХ 103/5-2-10; продуктивностью главной метелки ( $r = 0,92-0,99$ ) — Приморский 29, ПримНИИСХ 168-3-11, ПримНИИСХ 822-10, ПримНИИСХ 823-10, ПримНИИСХ 103/5-2-10, ПримНИИСХ 178-6-10; массой 1000 зерен ( $r = 0,69-0,95$ ) — ПримНИИСХ 823-10, ПримНИИСХ 103/5-2-10.

У сорта ПримНИИСХ 417-06 выявлена слабая связь ( $r = 0,08-0,24$ ) между продуктивностью растения с длиной, стерильностью главной метелки и массой зерна с главной метелки.

Расчет коэффициента корреляции между элементами структуры урожая выявил, что

не все признаки сортов имели положительную связь с продуктивностью растения. Отрицательно этот признак коррелировал со стерильностью главной метелки, практически на всех изученных сортах.

Таким образом, в результате проведенных исследований определены важные корреляционные связи между основными хозяйственно ценными признаками у риса.

#### Выводы

Изученные биометрические признаки сортов конкурсного испытания в различной степени варьировали в зависимости от характера признака. Наибольшая урожайность получена у сортов ПримНИИСХ 417-06, ПримНИИСХ 103/5-2-10, ПримНИИСХ 178-6-10 (52,1–60,6 ц/га). Установлена прямая корреляция с сильной связью между продуктивностью растения и составными элементами урожайности (продуктивностью главной метелки, продуктивным кущением, количеством зерен на главной метелке).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Гущин, Г. Г. Рис / Г. Г. Гущин. — Репринт. изд. — Краснодар, 2011. — 831 с.
2. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. — Стереотип. изд. — М.: Альянс, 2014. — 351 с.
3. Зеленский, Г. Л. Новый исходный материал для селекции риса на повышение продуктивности / Г. Л. Зеленский, М. В. Шаталова // Научный журнал КубГАУ. — Краснодар, 2013. — № 89 (05). — С. 1025–1041.
4. Иванов, Г. И. Почвы Приморского края / Г. И. Иванов. — Владивосток : Дальневост. кн. изд-во, 1964. — 107 с.
5. Ковалевская, В. А. Селекция риса в Приморском научно-исследовательском институте сельского хозяйства // Научное обеспечение АПК Дальнего Востока : материалы науч. сессии, (Уссурийск, 18–20 авг. 1993 г.) / РАСХН, Дальневост. отд-ние. — Новосибирск, 1995. — С. 137–139.
6. Ляховкин, А. Г. Методические указания по изучению мировой коллекции риса и классификатор рода *Oryza L.* / А. Г. Ляховкин. — Л.: ВИР, 1982. — 34 с.
7. Малышева, Н. Н. Исходный материал для селекции холодостойких сортов риса / Н. Н. Малышева, М. А. Скаженник // Научный журнал КубГАУ. — Краснодар, 2016. — № 124 (10). — С. 632–649.
8. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. 2 / Госагропром СССР, Государств. комиссия по сортоиспытанию с. -х. культур ; под рук. М. А. Федина. — М., 1989. — 194 с.
9. Мизенин, А. И. Культура риса в Приморском крае и проблемы её развития (обзор-очерк) / А. И. Мизенин // Дальневост. аграр. вестн. — 2015. — № 4 (36). — С. 17–21.
10. Новоселов, С. Н. Философия идеотипа сельскохозяйственных культур. I. Методология и методика // Научный журнал КубГАУ. — Краснодар, 2006. — № 24 (8). — С. 308–319.
11. Основы научных исследований в агрономии / М. Ф. Трифонова, А. Х. Заверюха, В. Е. Ещенко, А. М. Сысов. — Изд. 2-е, перераб. и доп. — М.: Альянс, 2016. — 328 с.
12. Основы опытного дела в растениеводстве / В. Е. Ещенко, М. Ф. Трифонова, П. Г. Копытко [и др.] ; под ред. В. Е. Ещенко, М. Ф. Трифоновой. — М.: КолосС, 2009. — 268 с.
13. Остапенко, Н. В. Выбор лучшего сорта риса в конкурсном испытании на основании анализа количественных признаков : автореф. дис. ... канд. с. -х. наук / Н. В. Остапенко. — Краснодар, 2002. — 25 с.
14. Памятка рисоводу Приморья / [сост. Л. Г. Белоус, Б. А. Калитвинцев, Б. А. Крыжко [и др.] ; Прим. фил. ВНИИ риса. — Владивосток, 1984. — 101с.
15. Посевные площади и валовые сборы сельскохозяйственных культур в хозяйствах всех категорий [Электронный ресурс]. — URL: <https://www.fedstat.ru/> (Дата обращения: 20. 01. 2019).
16. Потенко, Т. А. Повышение конкурентоспособности дальневосточного риса / Т. А. Потенко, Т. В. Суницкая // Рисоводство. — Краснодар, 2018. — № 2 (39). — С. 48–53.
17. Сметанин, А. П. Методики опытных работ по селекции, семеноводству, семеноведению и контролю за качеством семян риса / А. П. Сметанин, В. Н. Дзюба, А. И. Аprod. — Краснодар, 1972. — 156 с.

#### REFERENCES

1. Gushchin, G. G. Ris / G. G. Gushchin, — Reprint. Edition — Krasnodar, 2011. — 831 p.
2. Dospikhov, B. A. The field experiment methods / B. A. Dospikhov, — Stereotype edition. — Moscow.: Alliance, 2014. — 351 p.

3. Zelensky, G. L. New source material for rice breeding to increase productivity / G. L. Zelensky, M. V. Shatalova // Scientific journal of Kubgau. — Krasnodar, 2013. — No. 89 (05) — P. 1025–1041.
4. Ivanov, G. I. Soils of the Primorsky krai /G. I. Ivanov. — Vladivostok: FarEastern Book publishing house, 1964. — 107 p.
5. Kovalevskaya, V. A. Selection of rice in the Primorsky research Institute of agriculture // Scientific support of agriculture of the Far East: materials of the research. sessions, (Ussuriysk, 18–20 Aug. 1993) / RASKHN, far East. ed. — Novosibirsk, 1995. P. 137–139.
6. Lyakhovkin, A. G. Guidelines for the study of the world collection of rice and the classifier of the genus *Oryza L.* / A. G. Lyakhovik. — Leningrad.: VIR, 1982. -34 p.
7. Malysheva, N. N. Source material for selection of cold-resistant rice varieties / N. N. Malysheva, M. A. Skazhenik // Scientific journal of Kubsau. — Krasnodar, 2016. — No. 124 (10). — P. 632–649.
8. Methods of state variety testing of agricultural crops. Vol. 2 / Gosagroprom of the USSR, States. Commission on variety testing of agricultural crops; under the hands of. M. A. Fedina. — Moscow. 1989. — 194 p.
9. Mizenin, A. I. Rice culture in Primorsky Krai and problems of its development (review-essay) / A. I. Mizenin // Agricultural Journal in the Far East Federal District. — 2015. — No. 4 (36). — P. 17–21.
10. Novoselov, S. N. Philosophy of the ideotype of agricultural crops. I. Methodology and methodology // Scientific journal of KubSAU. — Krasnodar, 2006. — No. 24 (8). — P. 308–319.
11. Fundamentals of scientific research in agronomy / M. F. Trifonova, A. H. Zaveryukha, V. I. Ishchenko, A. M. Sysoev. Ed. 2nd, Rev. and extra — Moscow.: Alliance, 2016. — 328 p.
12. Fundamentals of experimental business in crop production / V. E. Eshenko, M. F. Trifonova, P. G. Kopytko [et al.]; edited by V. E. Eshenko, M. F. Trifonovoi. — Moscow.: The Ear, 2009. — 268 p.
13. Ostapenko, N. V. Selection of the best rice variety in a competitive test based on the analysis of quantitative characteristics : abstract. dis. ... Cand. of agricultural Sciences / N. V. Ostapenko. — Krasnodar, 2002. -25 p.
14. Memo for the rice farmers of Primorye / [comp. L. G. Belous, B. A. Kalitvintsev, B. A. Kryzhko (and others); Primorsky Branch Scientific research Institute of rice. — Vladivostok, 1984. — 101 p.
15. Acreage and gross collections of agricultural crops in farms of all categories [Electronic resource]. — URL: <https://www.fedstat.ru/> (Date of issue 20. 01. 2019).
16. Potenko, T. A. Improving the competitiveness of far Eastern rice / T. A. Potenko, T. V. Sunitskaya // Rice Growing. — Krasnodar, 2018. — No. 2 (39). — P. 48–53.
17. Smetanin, A. P. Methods of experimental works on selection, seed production, seed science and quality control of rice seeds / A. P. Smetanin, V. N. Dzyuba, A. I. Aprod. — Krasnodar, 1972. — 156 p.

**Татьяна Витальевна Суницкая**

Младший научный сотрудник лаборатории  
селекции риса  
E-mail: stv2209@mail.ru

**Tatiana Vitalievna Sunitskaya**

Junior researcher of the laboratory of breeding of rice  
E-mail: stv2209@mail.ru

**Оксана Викторовна Мохань**

Заместитель директора

**Oksana Viktorovna Mohan**

Deputy Director

**Ирина Григорьевна Абакумец**

Младший научный сотрудник лаборатории  
селекции риса

**Irina Grigoryevna Abakumets**

Junior researcher of the laboratory of breeding of rice

Все: ФГБНУ «ФНЦ агробιοтехнологий Дальнего  
Востока им. А. К. Чайки»  
692539, г. Уссурийск, п. Тимирязевский,  
ул. Воложенина, 30  
Тел: 8-924-261-7916, 8 (4234) 39-27-19;  
Факс: 8 (4234) 39-24-00

ALL: FSBSI “Federal Scientific Centre  
of Agrobiotechnology in the Far East  
named after A. K. Chaika”  
30, Volozhenina str., stl. Timiryazevsky, Ussuriysk,  
Russia, 692539  
Tel: 8(4234)39-27-19, 8-924-261-7916;  
Fax: 8(4234) 39-24-00

УДК 633.111.1:581.1

**Р. О. Давоян**, д-р биол. наук,  
**Э. Р. Давоян**, канд. биол. наук,  
**И. В. Бебякина**, канд. биол. наук,  
**А. Н. Зинченко**,  
**Д. С. Миков**,  
**Ю. С. Зубанова**,  
**Д. М. Болдаков**,  
 г. Краснодар, Россия

### ИЗУЧЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГАПЛОПРОДЮСЕРОВ КУКУРУЗЫ ДЛЯ СТИМУЛИРОВАНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ ГАПЛОИДНЫХ ЗАРОДЫШЕЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ

В статье приводятся результаты изучения эффективности гаплопродюсеров кукурузы для стимулирования образования гаплоидных зародышей мягкой пшеницы. В качестве материнской формы использовали сорта озимой мягкой пшеницы Краснодарская 99, Гром, Утриш. Отцовскими формами служили линии кукурузы Краснодарская 633, Краснодарская 651, ЗМК 1, СМ7, Краснодарская 935/86, К-346, К-346с, К-565, К-502, К-РМ343СВ, РЕМ48II, ЗМК1У; гибриды: Краснодарский 935 (12,55×1), Краснодарский (3278 × 3277), ЗМК-гибрид; сорта Сахарная 1, Сахарная 2. Все изучаемые образцы созданы в НЦЗ им. П. П. Лукьяненко. В 2014 году в условиях теплицы было проведено скрещивание 13 образцов кукурузы с сортом мягкой пшеницы Краснодарская 99. Всего было опылено 396 колосьев пшеницы с 10432 цветками. В результате эксперимента было отобраны образцы кукурузы: Краснодарская 651, ЗМК 1, СМ7, Краснодарская 935/86 с хорошими показателями выхода гибридных зерен и количества выделенных из них зародышей. Среди гаплопродюсеров в полевых условиях максимальное влияние на образование зародышей в зерновках пшеницы оказала линия кукурузы СМ7 (20,3 %). У линии Краснодарской 935/86 и сорта Сахарная 1 этот показатель был ниже — 15,1 % и 14,7 % соответственно, однако это различие было не существенным. Остальные исследованные образцы кукурузы имели достоверно более низкие показатели по этому признаку. На эффективность процесса образования гаплоидных зародышей пшеницы, также оказывает влияние генотип сорта. Показатель образования зародышей в зерновке у сорта пшеницы Краснодарская 99 (18,1 %) почти в два раза превышал таковой у сортов Гром и Утриш.

**Ключевые слова:** мягкая пшеница, кукуруза, гаплопродюсер, межродовые скрещивания, зародыш, гаплоидное растение, дигаплоидная линия.

### STUDYING OF THE EFFICIENCY OF HAPLOPRODUCERS OF CORN FOR STIMULATING THE FORMATION OF HAPLOID EMBRYOS OF COMMON WHEAT

The article presents the results of study of the effectiveness of corn haploproducers for stimulating the formation of haploid embryos of common wheat. Varieties Krasnodarskaya 99, Grom, Utrish of winter soft wheat were used as the maternal form. The paternal forms were the corn lines Krasnodarskaya 633, Krasnodarskaya 651, ZMK 1, SM7, Krasnodarskaya 935/86, K-346, K-346s, K-565, K-502, K-RM343CB, PEM48II, ZMK1U; hybrids — Krasnodarskiy 935 (12.55x1), Krasnodarskiy (3278 × 3277), ZMK-hybrid; varieties Sugar 1, Sugar 2. All studied samples were created in the National Center of Grain named after P. P. Lukyanenko (NCG). 13 samples of corn were crossed with Krasnodarskaya 99 soft wheat variety in a greenhouse in 2014. A total of 396 wheat ears with 10,432 flowers were pollinated. As a result of the experiment corn samples were selected: Krasnodarskaya 651, ZMK 1, SM7, Krasnodarskaya 935/86 with good yield of hybrid grains, and the number of nuclei extracted from them. Among haploproducers in the field the SM7 corn line had the maximum effect on the formation of embryos in wheat grains (20.3 %). For the line Krasnodarskaya 935/86 and variety Sakharnaya 1, this indicator was lower — 15.1 % and 14.7 % respectively, but this difference was not significant. The rest of the studied corn samples had significantly lower indices on this basis. The genotype of the variety also affects the efficiency of the process of formation of haploid wheat embryos. The rate of embryo formation in the caryopsis in the common wheat variety Krasnodarskaya 99 (18.1 %) was almost two times higher than that in the Grom and Utrish varieties.

**Key words:** common wheat, corn, haploproducer, intergeneric crosses, embryo, haploid plant, digaploid line.

#### Введение

Использование в селекции мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L), гаплоидных растений является эффективной стратегией создания современных высокопродуктивных сортов. Методы получе-

ния гаплоидов, позволяют ускорить селекционный процесс, а также способствуют обнаружению редких рекомбинаций и рецессивных мутаций которые сложно выявить в обычных диплоидных растениях [29]. Удвоение числа хромосом у гаплоидов позво-



ляет быстро получить дигаплоидные растения гомозиготные по всем генам [24], а каждая удвоенная гаплоидная линия, благодаря специфической генетически стабильной рекомбинации, имеет потенциал для того, чтобы стать новым сортом [4].

Кроме практического применения, гаплоиды используются в цитогенетике растений для создания моносомных серий, применяются в исследованиях по генетической трансформации и для картирования генов, контролируемых ценные признаки [13], а также являются уникальными моделями для изучения генетики количественных признаков [1, 2].

В целом, производство гаплоидов пшеницы *in vitro* трудоёмкая и многоэтапная технология которая включает следующие этапы: индукция эмбрионов или каллусов, полученных из микроспор; регенерация растений из эмбрионов; начало и рост побегов с последующим развитием корней; удвоение хромосом у регенерированных растений [23, 25, 30].

Одним из первых в селекции мягкой пшеницы был разработан и применен метод получения гаплоидов на культуре пыльников (андрогабез) [10]. Однако эффективность данного метода зависит от многих факторов, таких как генотип исходных растений, условия выращивания, методы предобработки и культивирования пыльников, состав культуральных сред [12, 13, 16]. Альтернативным способом получения гаплоидных и дигаплоидных ДГ (двойных гаплоидов) растений является отдаленная гибридизация, при которой пшеница опыляется пыльцой кукурузы (*Zea mays*) или другого растения. Barclay с соавторами в 1975 году установил факт образования зиготы при скрещивании пшеницы с представителями отдаленных родов, после чего интенсивное развитие получило новое биотехнологическое направление получения гаплоидов пшеницы методом селективной элиминации хромосом гаплопродюсера в клетках межродовых гибридов и последующей эмбриокультуры гаплоидного зародыша [3, 21]. Данный метод представляет большой интерес, так как является технически простым и менее дорогостоящим, по сравнению с культурой пыльников. В связи с этим многими исследователями был начат поиск эффективных гаплопродюсеров для пшеницы [27].

Работы Laurie and Bennett (1989) по скрещиванию пшеницы (*T. aestivum*) с кукурузой (*Z. mays*) показали возможность развития новой гаплоидной технологии [21]. В результате её применения у мягкой пшеницы, в зависимости от обоих родительских генотипов, удаётся довести уровень образования зародышей до 50 % и более. Однако пока ещё остаётся невысоким процент выхода из них гаплоидных растений. По данным разных авторов, он составляет 28–75 % [18]. По мнению разных исследователей, этот уровень можно преодолеть совершенствованием техники эмбриокультуры и условий культивирования зародышей на всех этапах, и также использованием оптимально подходящего гено-

типа кукурузы в качестве гаплопродюсера. В связи с этим рассматриваемая тема исследований является актуальной и обладает новизной, как для теоретических, так и для прикладных аспектов биотехнологии и селекции.

#### **Цель исследований**

Изучить потенциал образцов кукурузы селекции НЦЗ им. Лукьяненко, для отбора и их применения в качестве эффективных гаплопродюсера(ов).

#### **Материалы и методы**

В качестве материнской формы использовали сорта озимой мягкой пшеницы селекции НЦЗ им. П. П. Лукьяненко: Краснодарская 99, Гром, Утриш. Отцовскими формами служили образцы кукурузы селекции НЦЗ им. П. П. Лукьяненко: линии Краснодарская 633, Краснодарская 651, ЗМК 1, СМ7, Краснодарская 935/86, К-346, К-346с, К-565, К-502, К-РМ343СВ, РЕМ48II, ЗМК1У; гибриды-, Краснодарский 935 (12,55×1), Краснодарский (3278 × 3277), ЗМК-гибрид; сорта Сахарная 1, Сахарная 2. Родительских формы выращивали в условиях теплицы. Гибридизацию проводили с марта по апрель месяц при следующих условиях: длина фотопериода 16 часов; температурный режим — день — 20 °С, ночь — 25 °С. А также в полевых условиях в мае — июне 2015 г. с естественными для этого времени года условиями. Через сутки после опыления цветков пшеницы свежесобранной пыльцой кукурузы колосья однократно обрабатывали двумя видами 4-х компонентных водных растворов (ГК + Э + 2,4Д + AgNO<sub>3</sub>) путем мелкодисперсного опрыскивания. Кастрацию колосьев проводили ручным методом, опыление пневмо-механическое. На 15–17 сутки после опыления пшеничные побеги с колосьями срезали, выделяли из них зерновки, затем в асептических условиях ламинара поверхность дезинфицировали, выделяли из них зародыши и инокулировали на твердую питательную среду в пробирки [22]. Регенерацию гаплоидных растений на питательной среде в пробирках проводили в световой камере при 14 часовом фотопериоде с освещенностью 10 тыс. люкс и температурой: день — 22 °С и ночь — 17 °С. Гаплоидные растения в стадии 2–3 листьев яровизировали в пробирках в течение 50 дней при температуре +5 °С при круглосуточном освещении около 3 тыс. люкс. После яровизации гаплоидные растения извлекали из пробирок высаживали в сосуды с почвой и выращивали теплице при 16 часовом фотопериоде с освещенностью 10 тыс. люкс и температурой: день — 18 °С и ночь — 14 °С до начальной стадии кущения. В этой стадии проводили удвоение генома гаплоидов путем помещения корней растений в 0,1 % раствор колхицина на 5 часов. После колхицинирования растения вновь высаживали в сосуды с почвой и выращивали в световой комнате при 16 часовом фотопериоде с освещенностью 10 тыс. люкс и температурой: день — 22 °С и ночь — 17 °С до созревания и уборки колосьев с зерновками дигаплоидных

линий. Результаты экспериментов по завязыванию гибридных зерновок и образованию гаплоидных зародышей обрабатывали с помощью метода дисперсионного анализа в программе Microsoft Excel.

### Результаты и обсуждение

Для анализа эффективности изучаемых образцов кукурузы и дальнейшего применения в качестве гаплопродюсеров, в 2014 году в условиях теплицы было проведено скрещивание 13 образцов кукурузы с сортом мягкой пшеницы Краснодарская 99. Образцы кукурузы были представлены десятью линиями: Краснодарская 633, Краснодарская 651, ЗМК 1, СМ7, Краснодарская 935/86, К-346, К-346с, К-565, К-502, К-РМ343СВ и тремя гибридами: Краснодарский 935 (12,55×1), Краснодарский (3278 × 3277), ЗМК-гибрид. Всего было опылено 396 колосьев пшеницы с 10432 цветками. В результате эксперимента отобраны образцы кукурузы, индуцирующие хорошие показатели выхода гибридных зерен, и количества выделенных из них зародышей. Наиболее перспективными были линии кукурузы: Краснодарская 651, ЗМК 1, СМ7, Краснодарская 935/86 сформированных от скрещивания с мягкой пшеницей 552,

146, 86 и 89 гибридных зёрен соответственно (табл. 1). При этом процент зародышей пригодных для инокуляции на питательную среду в зависимости от количества гибридных зёрен составил: 15 % для линии Краснодарская 651; 28 % для линии ЗМК 1, 8,9 и 3,9 процентов для линии СМ7 и Краснодарская 935/86 соответственно. Несмотря на относительно небольшое количество завязавшихся зерен 16,5 % от скрещивания мягкой пшеницы с ЗМК-гибрид, в этой комбинации были получены наиболее высокие показатели по количеству сформированных зародышей 56,8 %. Однако, в виду того, что ЗМК-гибрид был гибридной формой, в дальнейшей работе мы его не использовали. Далее отобранные линии использовались в качестве опылителей при гибридизации с сортом мягкой пшеницы Краснодарская 99 в полевых условиях. Лучшие результаты по количеству гибридных зерен и зародышей пригодных для инокулирования на питательную среду от числа опыленных цветков, также, как и в первом опыте, показали линии кукурузы СМ7 и Краснодарская 935/86 12,1 % и 66,6 % соответственно (табл. 2). Эти линии были отобраны для дальней-

**Таблица 1. Изучение образцов кукурузы для использования в качестве эффективных гаплопродюсеров при получении гаплоидных растений пшеницы, теплица, 2014 г.**

Гаплопродюсер	Количество опыленных колосьев, шт.	Количество опыленных цветков, шт.	Количество гибридных зерен		Количество гаплоидных зародышей, пригодных для инокуляции		
			шт.	%	шт.	%	
						от опыленных цветков	от гибридных зерен
ЗМК-гибрид	39	1054	174	16,5	99	9,3	56,8
Краснодарская 651	10	260	146	56,1	22	8,4	15,0
ЗМК 1	10	282	86	30,4	24	8,5	27,9
СМ7	9	232	89	38,3	8	3,4	8,9
Краснодарская 935/86	42	1190	757	63,6	30	2,5	3,9

**Таблица 2. Изучение образцов кукурузы для использования в качестве эффективных гаплопродюсеров при получении гаплоидных растений пшеницы, поле, 2014 г.**

Гаплопродюсер	Количество опыленных колосьев пшеницы, шт.	Количество опыленных цветков, шт.	Количество гибридных зерен		Количество гаплоидных зародышей, пригодных для инокуляции		
			шт.	%	шт.	%	
						от опыленных цветков	от гибридных зерен
Краснодарская 651	10	356	155	43,5	15	4,2	9,6
ЗМК 1	10	302	160	52,9	32	10,5	20,0
СМ7	20	627	352	56,1	76	12,1	21,5
Кр. 935/86	10	298	179	60,0	40	66,6	22,3

шего исследования эффективности гаплопродюсеров кукурузы в 2015 году. Дополнительно к ним в эксперимент, были добавлены 2 сорта кукурузы: Сахарная 1, Сахарная 2 и две линии РЕМ48II и ЗМК4. В качестве материнских форм использовали три сорта мягкой пшеницы Гром, Утриш и Краснодарскую 99.

Из 2025 опыленных цветков в 104 колосьях пшеницы завязалось 1919 зерновок, из которых 1830 оказались гибридными. Показатель образования зародышей в зерновке у сорта пшеницы Краснодарская 99 (18,1 %) примерно в два раза превысил таковой у сортов Гром и Утриш (табл. 3).

стороны, линия пшеницы с различной степенью может генерировать гаплоидные зародыши при опылении различными генотипами кукурузы, так, например, сахарная кукуруза по показателю эффективности индукции гаплоидных зародышей пшеницы превышает, таковой у восковой кукурузы и у других её видов [5, 28]. Сое (1959) идентифицировал индуктор кукурузы Stock6, который вызывал партеногерноз кукурузы с большей частотой [11]. На его основе было разработано множество улучшенных индукторов кукурузы таких как WS14, Краснодарские маркеры МН1, М741Н, ZMS, HZI1 [6, 14, 17 16, 18, 26]. Благода-

**Таблица 3. Влияние генотипов в скрещивании сортов мягкой пшеницы с образцами кукурузы на образование гаплоидных зародышей, поле, 2015 г.**

Гаплопродюсер (B)	Сорт пшеницы (A)			Средняя по фактору B, (НСР <sub>05</sub> = 5,8)
	Гром	Утриш	Кр. 99	
СМ7	21,8*	16,5	22,5	20,3*
Кр. 935/86	5,7	12,8	26,8	15,1
РЕМ48II	1,8	8,9	18,8	9,8
ЗМК1У	15,2	6	14	11,7
Сахарная 1	12,1	10,5	20,8	14,7
Сахарная 2	2,6	7,5	9,5	6,5
Средняя по фактору А, шт. (НСР <sub>05</sub> = 8,2)	9,5	9,1	18,1*	12,3

\* достоверно на уровне значимости  $P = 0,05$ .

Среди гаплопродюсеров максимальное влияние на образование зародышей в зерновках пшеницы в полевых условиях оказала линия кукурузы СМ7 20,3 %. У линии Краснодарской 935/86 и сорта Сахарная 1 показатель влияния на этот признак был ниже, но это различие было не существенным. Три других исследуемых гаплопродюсера имели достоверно низкое влияние на образование зародышей по сравнению с линиями СМ7, Краснодарской 935/86 и сортом Сахарной 1. На основании полученных результатов, нами были отобраны две линии кукурузы СМ7, Кр. 935/86 и сорт Сахарная 1 в качестве наиболее эффективных гаплопродюсеров для получения гаплоидов мягкой пшеницы. На процесс образования гаплоидных зародышей пшеницы оказывают влияние различные факторы. Так, Chen с соавторами (1998) показал, что частота образования гаплоидных зародышей колебалась от 18,5 % до 29,1 % [8]. При этом эффективность была связана не только с особенностями генотипов сортов пшеницы, но и с их происхождением [20, 27] и условиями окружающей среды [9]. Тем не менее, было продемонстрировано, что гены *Kg* на фоне пшеницы не влияют на перекрестную способность пшеницы и кукурузы [19]. С другой

сторона использованию этих индукторов кукурузы было получено большое количество семян гаплоидной кукурузы [7, 15, 27]. Однако эффективность гаплопродюсеров кукурузы в индукции гаплоидных растений пшеницы еще не исследована в полной мере. Таким образом отобранные нами в качестве эффективных гаплопродюсеров образцы кукурузы СМ7, Кр. 935/86 и сорт Сахарная 1 представляют большой интерес как для практической селекции, так и для теоретических исследований. В настоящее время с использованием этих гаплопродюсеров, получены дигаплоидные линии более 10 сортов озимой мягкой пшеницы селекции НЦЗ им. П. П. Лукьяненко.

#### **Выводы**

1. На процесс образования гаплоидных зародышей может иметь влияние генотипа сорта мягкой пшеницы. Показатель образования зародышей в зерновке у сорта пшеницы Краснодарская 99 (18,1 %) почти в два раза превышал таковой у сортов Гром и Утриш.

2. Отобраны эффективные гаплопродюсеры кукурузы СМ7 и Кр. 935/86 индуцирующие высокий выход до 26,8 % гаплоидных зародышей от скрещивания с сортами озимой мягкой пшеницей.



## ЛИТЕРАТУРА

1. Атанасов, А. Биотехнология в растениеводстве / А. Атанасов. — Новосибирск, 1993.
2. Лаптев, Ю. П. Гетероплоидия в селекции растений / Ю. П. Лаптев. Колос, 1984.
3. Barclay, I. R. High frequencies of haploid production in wheat (*Triticum aestivum*) by chromosome elimination / I. R. Barclay // *Nature*, 1975. — Т. 256. — №. 5516. — С. 410.
4. Bozorgipour, R. The crossability of Persian wheat cultivars with *Hordeum bulbosum* and their potential for haploid production / R. Bozorgipour, J. W. Snape // *Cereal Research Communications*, 1990. — P. 203–208.
5. Cai, H. Induction of wheat haploid through distant hybridization between wheat and maize / H. Cai, C. Ma, M. Zhou, H. Ma, W. Lu // *Journal of Triticeae Crops*, 2004. — Т. 24. — №. 2. — P. 11–14.
6. Chalyk, S. T. Properties of maternal haploid maize plants and potential application to maize breeding / S. T. Chalyk // *Euphytica*, 1994. — Т. 79. — №. 1–2. — P. 13–18.
7. Chaikam, V. Doubled haploid technology in maize breeding: theory and practice / V. Chaikam, B. M. Prasanna, G. Mahuku // *CIMMYT*, 2012.
8. Chen, X.M. Effect of different crossing techniques on haploid production in wheat × maize crosses 8 / X. M. Chen, X. Y. Li, X. Chen, F. H. Meng, S. L. Cui // *Acta Agron Sinica*, 1998 24:743–746 (in Chinese with English abstract).
9. Chen, X. M. Stable production of wheat haploid and doubled haploid by wheat × maize cross. / X. M. Chen, F.J. Wang, S.M. Li, W.X. Zhang // *Acta Agronomica Sinica*, 2013. — Т. 39. — №. 12. — P. 2247–2252.
10. Chuang, C. C. A set of potato media for wheat anther culture / C. C. Chuang, T. W. Ouyang, H. Chia, S. M. Chou, C..— K. Ching // *Proc. Symp. Plant Tissue Culture*. — Peking: Science Press, 1978. — P. 51–56.
11. Coe, Jr E. H. A line of maize with high haploid frequency / Jr E. H. Coe // *The American Naturalist*, 1959. — Т. 93. — №. 873. — P. 381–382.
12. Datta, S. K. Androgenic haploids: factors controlling development and its application in crop improvement / S. K..— Datta // *Curr Sci*, 2005. — Т. 89. — №. 11. — P. 1870–1878.
13. Dunwell, J.M. Haploids in flowering plants: origin and exploitation / J. M. Dunwell // *Plant biotechnology journal*, 2010. — Т. 8. — №. 4. — P. 377–424.
14. Eder, J. In vivo haploid induction in maize / J. Eder, S. Chalyk // *Theoretical and Applied Genetics*, 2002. — Т. 104. — №. 4. — P. 703–708.
15. Lee, E. A. Tracy W. F. Modern maize breeding / E. A. Lee, W. F. Tracy // *Handbook of Maize*. — Springer, New York, 2009. — P. 141–160.
16. Hu, H. Use of haploids in crop improvement / H. Hu // *Genetic Manipulation in Crops Newsletter*, 1985. — Т. 1. — №. 1. — P. 11–23.
17. Lashermes, P. Genetic control of maternal haploidy in maize (*Zea mays* L.) and selection of haploid inducing lines / P. Lashermes, M. Beckert // *Theoretical and applied genetics*, 1988. — Т. 76. — №. 3. — P. 405–410.
18. Inagaki, M. N. Use of pollen storage and detached-tiller culture in wheat polyhaploid production through wide crosses / M. N. Inagaki, T. Nagamine, A. Mujeeb-Kazi // *Cereal Research Communications*, 1997. — P. 7a-13.
19. Laurie, D. A. The production of haploid wheat plants from wheat × maize crosses / D. A. Laurie, M. D. Bennett // *Theoretical and Applied Genetics*, 1988. — Т. 76. — №. 3. — P. 393–397.
20. Laurie, D. A. The effect of the crossability loci Kr1 and Kr2 on fertilization frequency in hexaploid wheat × maize crosses / D. A. Laurie, M. D. Bennett // *Theoretical and applied genetics*, 1987. — Т. 73. — №. 3. — P. 403–409.
21. Laurie, D. A. The timing of chromosome elimination in hexaploid wheat × maize crosses / D. A. Laurie, M. D. Bennett // *Genome*, 1989. — Т. 32. — №. 6. — P. 953–961.
22. Murashige, T. A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures. / T. Murashige, F. Skoog // *Physiol. Plantarum*, 1962. — Vol. 15. — P. 473–479.
23. Niizeki, H. Induction of haploid rice plant from another culture / H. Niizeki, K. Oono // *Proceedings of the Japan Academy*, 1968. — Т. 44. — №. 6. — P. 554–557.
24. Pickering, R. A. Haploid production: approaches and use in plant breeding / R. A. Pickering // *Genetics, Molecular Biology and Biotechnology*, 1992. — P. 511–539.
25. Rybczynski, J. J. Evidence for microspore embryogenesis in wheat anther culture / J. J. Rybczynski, R. L. Simonson, P. S. Baenziger // *In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant*, 1991. — Т. 27. — №. 4. — P. 168–174.
26. Shatskaya, O. A. Mass induction of maternal haploids in corn / O. A. Shatskaya, E. R. Zabirowa, V. S. Shcherbak, M. V. Chumak // *Maize Genetics Cooperation Newsletter*, 1994. — Т. 68. — P. 51–51.
27. Suenaga, K. Efficient production of haploid wheat (*Triticum aestivum*) through crosses between Japanese wheat and maize (*Zea mays*) / K. Suenaga, K. Nakajima // *Plant Cell Reports*, 1989. — Т. 8. — №. 5. — P. 263–266.
28. Wang, G.J. Study on the production frequency of haploid plants in the cross of wheat and maize / G.J. Wang // *Triticeae Crops*, 1998. — Т. 18. — №. 6. — P. 12–14.
29. Zheng, M. Culture of freshly isolated wheat (*Triticum aestivum* L.) microspores treated with inducer chemicals / M. Zheng, W. Liu, Y. Weng, E. Polle, C. Konzak // *Plant Cell Reports*, 2001. — Т. 20. — №. 8. — P. 685–690.
30. Zheng, M. Y. Microspore culture in wheat (*Triticum aestivum*) — doubled haploid production via induced embryogenesis / M. Y. Zheng // *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 2003. — Т. 73. — №. 3. — P. 213–230.

## REFERENCES

1. Atanasov, A. Biotechnology in crop production / A. Atanasov. — Novosibirsk, 1993.
2. Laptev, Yu. P. Heteroploidy in plant breeding / Yu. P. Laptev. — Kolos, 1984.
3. Barclay, I. R. High frequencies of haploid production in wheat (*Triticum aestivum*) by chromosome elimination / I. R. Barclay // *Nature*, 1975. — T. 256. — №. 5516. — C. 410.
4. Bozorgipour, R. The crossability of Persian wheat cultivars with *Hordeum bulbosum* and their potential for haploid production / R. Bozorgipour, J. W. Snape // *Cereal Research Communications*, 1990. — P. 203–208.
5. Cai, H. Induction of wheat haploid through distant hybridization between wheat and maize / H. Cai, C. Ma, M. Zhou, H. Ma, W. Lu // *Journal of Triticeae Crops*, 2004. — T. 24. — №. 2. — P. 11–14.
6. Chalyk, S. T. Properties of maternal haploid maize plants and potential application to maize breeding / S. T. Chalyk // *Euphytica*, 1994. — T. 79. — №. 1–2. — P. 13–18.
7. Chaikam, V. Doubled haploid technology in maize breeding: theory and practice / V. Chaikam, B. M. Prasanna, G. Mahuku // *CIMMYT*, 2012.
8. Chen, X.M. Effect of different crossing techniques on haploid production in wheat × maize crosses 8 / X. M. Chen, X. Y. Li, X. Chen, F. H. Meng, S. L. Cui // *Acta Agron Sinica*, 1998 24:743–746 (in Chinese with English abstract).
9. Chen, X.M. Stable production of wheat haploid and doubled haploid by wheat × maize cross. / X. M. Chen, F. J. Wang, S. M. Li, W. X. Zhang // *Acta Agronomica Sinica*, 2013. — T. 39. — №. 12. — P. 2247–2252.
10. Chuang, C. C. A set of potato media for wheat anther culture / C. C. Chuang, T. W. Ouyang, H. Chia, S. M. Chou, C. K. Ching // *Proc. Symp. Plant Tissue Culture*. — Peking: Science Press, 1978. — P. 51–56.
11. Coe, Jr E. H. A line of maize with high haploid frequency / Jr E. H. Coe // *The American Naturalist*, 1959. — T. 93. — №. 873. — P. 381–382.
12. Datta, S. K. Androgenic haploids: factors controlling development and its application in crop improvement / S. K. Datta // *Curr Sci*, 2005. — T. 89. — №. 11. — P. 1870–1878.
13. Dunwell, J.M. Haploids in flowering plants: origin and exploitation / J. M. Dunwell // *Plant biotechnology journal*, 2010. — T. 8. — №. 4. — P. 377–424.
14. Eder, J. In vivo haploid induction in maize / J. Eder, S. Chalyk // *Theoretical and Applied Genetics*, 2002. — T. 104. — №. 4. — P. 703–708.
15. Lee, E. A. Tracy W. F. Modern maize breeding / E. A. Lee, W. F. Tracy // *Handbook of Maize*. — Springer, New York, 2009. — P. 141–160.
16. Hu, H. Use of haploids in crop improvement / H. Hu // *Genetic Manipulation in Crops Newsletter*, 1985. — T. 1. — №. 1. — P. 11–23.
17. Lashermes, P. Genetic control of maternal haploidy in maize (*Zea mays* L.) and selection of haploid inducing lines / P. Lashermes, M. Beckert // *Theoretical and applied genetics*, 1988. — T. 76. — №. 3. — P. 405–410.
18. Inagaki, M. N. Use of pollen storage and detached-tiller culture in wheat polyhaploid production through wide crosses / M. N. Inagaki, T. Nagamine, A. Mujeeb-Kazi // *Cereal Research Communications*, 1997. — P. 7a–13.
19. Laurie, D. A. The production of haploid wheat plants from wheat × maize crosses / D. A. Laurie, M. D. Bennett // *Theoretical and Applied Genetics*, 1988. — T. 76. — №. 3. — P. 393–397.
20. Laurie, D. A. The effect of the crossability loci Kr1 and Kr2 on fertilization frequency in hexaploid wheat × maize crosses / D. A. Laurie, M. D. Bennett // *Theoretical and applied genetics*, 1987. — T. 73. — №. 3. — P. 403–409.
21. Laurie, D. A. The timing of chromosome elimination in hexaploid wheat × maize crosses / D. A. Laurie, M. D. Bennett // *Genome*, 1989. — T. 32. — №. 6. — P. 953–961.
22. Murashige, T. A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures / T. Murashige, F. Skoog // *Physiol. Plantarum*, 1962. — Vol. 15, — P. 473–479.
23. Niizeki, H. Induction of haploid rice plant from another culture / H. Niizeki, K. Oono // *Proceedings of the Japan Academy*, 1968. — T. 44. — №. 6. — P. 554–557.
24. Pickering, R. A. Haploid production: approaches and use in plant breeding / R. A. Pickering // *Genetics, Molecular Biology and Biotechnology*, 1992. — P. 511–539.
25. Rybczynski, J. J. Evidence for microspore embryogenesis in wheat anther culture / J. J. Rybczynski, R. L. Simonson, P. S. Baenziger // *In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant*, 1991. — T. 27. — №. 4. — P. 168–174.
26. Shatskaya, O. A. Mass induction of maternal haploids in corn / O. A. Shatskaya, E. R. Zabirova, V. S. Shcherbak, M. V. Chumak // *Maize Genetics Cooperation Newsletter*, 1994. — T. 68. — P. 51–51.
27. Suenaga, K. Efficient production of haploid wheat (*Triticum aestivum*) through crosses between Japanese wheat and maize (*Zea mays*) / K. Suenaga, K. Nakajima // *Plant Cell Reports*, 1989. — T. 8. — №. 5. — P. 263–266.
28. Wang, G.J. Study on the production frequency of haploid plants in the cross of wheat and maize / G. J. Wang // *Triticeae Crops*, 1998. — T. 18. — №. 6. — P. 12–14.
29. Zheng, M. Culture of freshly isolated wheat (*Triticum aestivum* L.) microspores treated with inducer chemicals / M. Zheng, W. Liu, Y. Weng, E. Polle, C. Konzak // *Plant Cell Reports*, 2001. — T. 20. — №. 8. — P. 685–690.
30. Zheng, M. Y. Microspore culture in wheat (*Triticum aestivum*)—doubled haploid production via induced embryogenesis / M. Y. Zheng // *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 2003. — T. 73. — №. 3. — P. 213–230.

**Румик Оганесович Давоян**

Заведующий отделом биотехнологии  
E-mail: davoyanro@mail.ru

**Эдвард Румикович Давоян**

Ведущий научный сотрудник отдела биотехнологии  
E-mail: davayan@rambler.ru

**Бебякина Ирина Викторовна**

Ведущий научный сотрудник отдела биотехнологии  
E-mail: irina.bebyakina@yandex.ru

**Александра Николаевна Зинченко**

Мл. научн. сотр. отдела биотехнологии  
E-mail: zinchenk0an@yandex.ru

**Юлия Сергеевна Зубанова**

Научн. сотр. отдела биотехнологии  
E-mail: iula-86\_86@mail.ru

**Дмитрий Сергеевич Миков**

Мл. научн. сотр. отдела биотехнологии  
E-mail: dmmik@mail.ru

**Дмитрий Максимович Болдаков**

Мл. научн. сотр. отдела биотехнологии  
E-mail: boldasar@mail.ru

Все: ФГБНУ «Национальный центр зерна им. П. П. Лукьяненко»  
350012, Краснодар, Центральная усадьба КНИИСХ

**Rumik Oganesevich Davoyan**

Head of the department of biotechnology  
E-mail: davoyanro@mail.ru

**Edvard Rumikovich Davoyan**

Leading researcher of the department of biotechnology  
E-mail: davayan@rambler.ru

**Bebyakina Irina Viktorovna**

Leading researcher of the department of biotechnology  
E-mail: irina.bebyakina@yandex.ru

**Alexandra Nikolaevna Zinchenko**

Junior researcher, department of biotechnology  
E-mail: zinchenk0an@yandex.ru

**Julia Sergeevna Zubanova**

Researcher of the department of biotechnology  
E-mail: iula-86\_86@mail.ru

**Dmitry Sergeevich Mikov**

Junior researcher, department of biotechnology  
E-mail: dmmik@mail.ru

**Dmitry Maksimovich Boldakov**

Junior researcher, department of biotechnology  
E-mail: boldasar@mail.ru

All: National Grain Center by P. P. Lukyanenko  
Central Manor of KNIISKH, Krasnodar, Russia,  
350012

УДК 633.15.631.527

**А. И. Супрунов**, д-р с.-х. наук,  
**А. П. Петряков**,  
**Д. С. Перевязка**,  
**А. А. Терещенко**,  
г. Краснодар, Россия

### **СЕЛЕКЦИЯ РАННЕСПЕЛЫХ ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ С БЫСТРОЙ ОТДАЧЕЙ ВЛАГИ ЗЕРНОМ ПРИ СОЗРЕВАНИИ**

*Возделывание раннеспелых гибридов кукурузы на зерно в зонах с ограниченной теплообеспеченностью неизбежно связано с хорошей влагоотдачей зерна при созревании. Основной целью наших исследований было создание нового исходного материала для селекции новых раннеспелых гибридов кукурузы с быстрой отдачей влаги зерном при созревании. Для решения поставленной задачи более практичным является использование линий доноров быстрой влагоотдачи. В наших исследованиях линия донор данного признака — Кр. 48. При создании нового исходного материала мы исходили из положения, что низкая уборочная влажность зерна это высоконаследуемый признак. Для создания нового исходного материала с участием линии донора и трех линий кукурузы Кр. 731, Кр. 742 и Кр. 703 обладающих хорошей комбинационной способностью, были созданы гибридные комбинации, на базе которых путем многолетнего отбора был выделен и изучен новый исходный материал. На данном материале была изучена динамика влагоотдачи зерном при созревании и выделены новые линии кукурузы с быстрой влагоотдачей. С участием новых линий и тестеров созданы гибриды кукурузы с заданными характеристиками и хорошей зерновой продуктивностью.*

**Ключевые слова:** кукуруза, линия, быстрая отдача влаги зерном при созревании, зерновая продуктивность, экономическая эффективность.

### **SELECTION OF EARLY MATURING MAIZE HYBRIDS WITH QUICK RETURN OF MOISTURE BY GRAIN AT MATURATION**

*Cultivation of early-ripening corn hybrids for grain in areas with limited heat supply is inevitably associated with good moisture yield of grain during ripening. The main purpose of our research was to create a new source material for the selection of new early-maturing hybrids of corn with a rapid return of moisture to the grain at maturity. To solve this problem, it is more practical to use lines for rapid moisture recovery. In our studies, there is no donor of this trait-Cu. 48. When creating a new source material, we proceeded from the position that low harvest moisture of grain is a highly inherited feature. To create a new source material with the participation of the donor line and three lines of corn Kr. 731, CR. 742 and Cu. 703 having a good combinational ability, hybrid combinations were created, on the basis of which a new source material was isolated and studied by long-term selection. This material was used to study the dynamics of grain moisture loss during ripening and to identify new lines of corn with rapid moisture loss. With the participation of new lines and testers, maize hybrids with specified characteristics and good grain productivity were created.*

**Key words:** corn, line, quick return of moisture by grain during ripening, grain productivity, economic efficiency.

#### **Введение**

НЦЗ им. П. П. Лукьяненко ведет селекцию гибридов кукурузы всех групп спелости: от ультро-раннеспелых (ФАО 130) до позднеспелых (ФАО 500). На сегодняшний день в Государственный реестр селекционных достижений внесено 54 гибрида и популяции кукурузы селекции центра [2].

Во всех агроклиматических зонах где возделывается кукуруза районированы гибриды центра. Ежегодный объем производства семян центра составляет 25–30 тыс. тонн. Данные гибриды возделываются на площади около 1 млн. га. Несмотря на большой объем производства семян и возделываемые площади, перед селекционерами центра весьма остро стоит задача по созданию раннеспелых гибридов с быстрой отдачей влаги зерном при созревании. Возделывание таких гибридов, особенно в зонах с ограниченной теплообеспеченностью,

позволит существенно снизить затраты на послеуборочную сушку зерна, которые могут достигать 30 % и более всех затрат на его производство [8].

Для снижения влажности зерна кукурузы на 1 %/т необходимо расходовать 2–3 кВт электроэнергии или 3–4 кг дизельного топлива [5].

По данным ряда ученых скорость отдачи влаги зерном при созревании является сложным физиологическим процессом, который зависит от взаимодействия многих признаков [1, 3, 4, 7, 9, 10].

При селекции на низкую уборочную влажность необходимо уделять внимание следующим признакам:

— толщина и проницаемость перикарпия у зерна кукурузы;

— количество, плотность листовых оберток и степень их прилегания (в период созревания между зерновыми и листовыми обертками возникает вы-



сокая относительная влажность) количество оберточных листов должно быть равно 10 и меньше;

— расположение початка на стебле (свисающий початок обладает меньшей плотностью прилегания листьев, следовательно, доступ воздуха к зерну становится лучше и исключается попадание осадков);

— длина и диаметр початка и стержня, количество зерен в початке;

— существует тесная корреляция между массой 1000 зерен и потерей влаги зерном;

— длинные и узкие зерновки плохо отдают влагу;

— хорошо отдают влагу зерновки с коротким и широким зерном;

— кремнистое зерно высыхает медленнее, чем зубовидное. Это объясняется строением роговидного эндосперма.

### Материалы и методы

Исследования проводились в 2010–2015 годах на полях НЦЗ им. П. П. Лукьяненко. В качестве исходного материала для создания нового раннеспелого материала с быстрой отдачей влаги зерном при созревании была использована линия донора быстрой влагоотдачи Кр. 48 и три линии из генетической коллекции центра с хорошей комбинационной способностью: Кр. 731, Кр. 742 и Кр. 703.

С участием линии донора и трех линий было создано три гибридные комбинации на базе которых был создан и оценен новый исходный материал.

Для оценки комбинационной способности новых линий было привлечено три линии тестера: Кр. 801 МВ, Кр. 681 МВ и Кр. 721 МВ.

Методика проведения опыта была следующая: до появления пестичных нитей початки у новых линий и созданных с их участием гибридов, накрывались изоляторами. После массового появления рылец изоляторы снимали, и проводили принудительное опыление початков. Первая проба влажности зерна была произведена на 35 день после опыления, последующие 5 через каждые 5 дней у линий и 5 проб у гибридов.

Замеры влажности проводились в трехкратной повторности электронным влагомером.

Созданные с участием новых линий гибриды изучались в контрольном питомнике в трех крат-

ной повторности. Площадь делянки 9,8 м<sup>2</sup>. В качестве стандарта, при оценки зерновой продуктивности был использован раннеспелый гибрид кукурузы Краснодарский 194 МВ. Статистическую обработку данных проводили по В. А. Доспехову [6].

### Результаты и обсуждение

В блоке линий полученных из генотипа Кр. 703 × Кр. 48 лучшей по влагоотдаче за два года исследований была линия 70348<sub>5-1-1-1-1</sub> (табл. 1).

Влажность зерна данной линии на 35 день после опыления была почти на одном уровне с линией донором. Сравнивая темпы влагоотдачи данной линии в разные временные промежутки, необходимо отметить, что наибольшая интенсивность потери влаги зерном у новой линии наблюдалась с 35 по 45 день после опыления.

На 45 день после опыления и в последующие периоды уборочная влажность зерна у новой линии была практически на уровне с линией донором.

Из линий, полученных на основе генотипа Кр. 742 × Кр. 48 выделилась по изучаемому признаку линия 74248<sub>10-1-1-1-1</sub>.

На 35 день после опыления влажность зерна у новой линии была на 2,0 % ниже чем у линии донора. Максимальные темпы влагоотдачи наблюдались в период с 35 по 45 день после опыления.

В последующие временные промежутки между отборами интенсивность влагоотдачи уменьшалась.

В группе линий, полученных из генотипа Кр. 731 × Кр. 48 наименьшая влажность зерна за 2 года проведения исследований была у линии 731485<sub>-1-1-1-1-1</sub>.

Как и в предыдущих исследованиях, максимальная интенсивность влагоотдачи у линий была с 35 по 45 день после опыления. Влажность зерна у новой линии на 55 день после опыления была на уровне донора.

Изучив данные по динамике потери влаги зерном при созревании у новых линий и выявив лучшие из них, мы провели тестирование данного материала.

Полученные тесткроссы были подвержены всестороннему изучению. Исходя из задач, опреде-

**Таблица 1. Динамика отдачи влаги зерном при созревании у новых раннеспелых линий кукурузы (2012–2013 гг.), Краснодар**

Название линии	Периодичность отбора проб после опыления, дней									
	Уборочная влажность зерна, %									
Кр. 48	35	26,8	40	21,1	45	26,8	50	15,9	55	9,0
70348 <sub>5-1-1-1-1</sub>	35	28,8	40	22,3	45	26,8	50	16,1	55	9,8
74248 <sub>10-1-1-1-1</sub>	35	23,0	40	19,7	45	26,8	50	15,0	55	11,3
731485 <sub>-1-1-1-1-1</sub>	35	29,6	40	21,2	45	26,8	50	16,4	55	13,5

ленных нашей работой, было очень важно определить динамику потери влажности зерна не только вновь полученных линий, но и созданных на их основе тесткроссов.

Динамика отдачи влаги зерном при созревании стандарта и нового гибрида с участием новой линии 70348<sub>5-1-1-1-1</sub> и тестера представлена на рисунке 1.

На 35 день после опыления уборочная влажность зерна нового раннеспелого гибрида была ниже на 5,8 % чем у стандарта, а на 40 день эта разница увеличилась до 8,8 %.

В последующие периоды вегетации уборочная влажность зерна у нового гибрида была ниже чем у стандарта на 4,2; 3,2 и 4,0 % соответственно.

Динамика влагоотдачи еще одного нового гибрида с участием линии 74248<sub>10-1-1-1-1</sub> и тестера Кр. 801 МВ представлена на рисунке 2.

Как видно из рисунка уборочная влажность зерна у нового гибрида была на всех этапах опыта

существенно ниже, чем у стандарта соответственно на 4,8; 3,7; 4,3; 6,5; 2,5; 3,1 %.

Аналогичная тенденция наблюдалась также у нового гибрида кукурузы с участием линии выделенного из генотипа Кр. 731 × Кр. 48 (рис. 3).

На 35 день после самоопыления уборочная влажность зерна у стандарта составила 34,5 %, тогда как у нового гибрида 28,2 %.

На всех этапах замера влажности у нового гибрида она была значительно ниже чем у стандарта.

Наиболее интенсивно новый гибрид отдавал влагу с 35 по 45 день после опыления — 5,4 %.

Основным критерием оценки экономической эффективности возделывания новых раннеспелых гибридов кукурузы является снижение материальных и денежных затрат на производство зерна, а также повышение рентабельности.

Расчет экономической эффективности проводился по гибридным комбинациям с участием новых



Рисунок 1. Динамика отдачи влаги зерном у гибрида 70348<sub>5-1-1-1-1</sub> × Кр. 681 в сравнении со стандартом, Краснодар, 2013 год

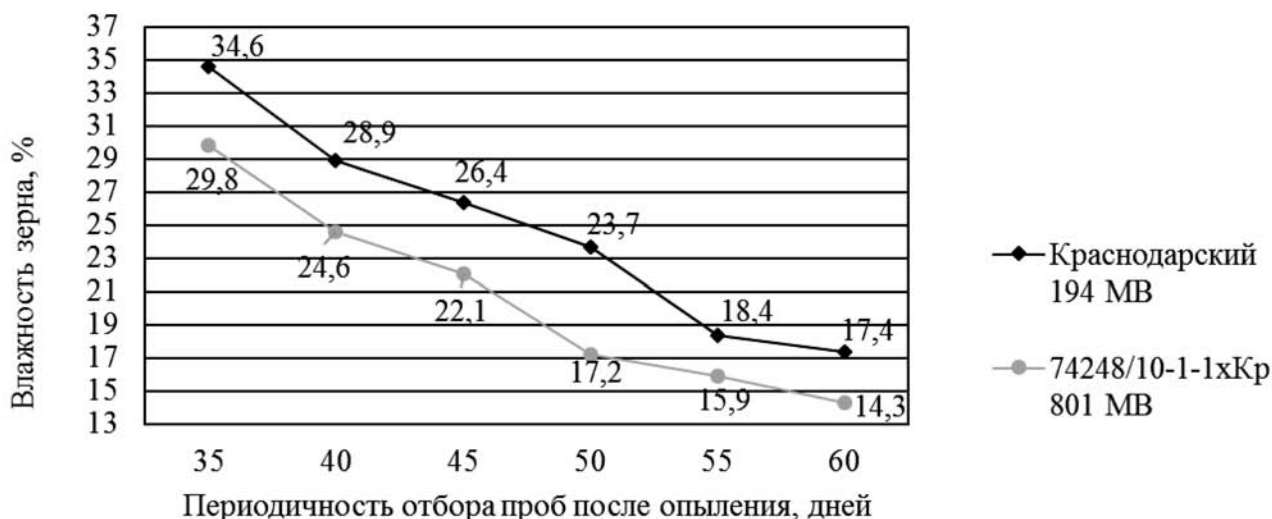


Рисунок 2. Динамика отдачи влаги зерном у гибрида 74248/10-1-1-1-1 × Кр 801 МВ, Краснодар, 2013 год

линий кукурузы за 2013–2014 года в ГНУ НИИСХ ЦЧП им. В. В. Докучаева РАСХН (Воронежской области) в сравнении со стандартом Краснодарский 194 МВ (табл. 2).

Новые гибридные комбинации значительно превышали стандарт Краснодарский 194 МВ по экономической эффективности.

Такой уровень рентабельности у новых гибридов складывался за счет повышения прибыли к уровню стандарта от реализации зерна и снижения затрат на послеуборочную сушку зерна.

Детальный анализ данного опыта показывает, что снижение уборочной влажности на 10,7 %, при одинаковой урожайности зерна увеличивает рентабельность производства на 58,4 % и чистый доход на 9477 рублей.

По результатам проведенных исследований с участием новой линии полученной из комбинации 74248<sub>10-1-1-1-1</sub>; линии тестера Кр 801 МВ был создан

новый раннеспелый трехлинейный зубовидный гибрид кукурузы, под названием РОСС 188 МВ и передан в Государственное сортоиспытание в 2015 году.

Гибрид проходил Государственное сортоиспытание по 9 агроклиматическим зонам Российской Федерации в 2015–2016 году.

В таблице 3 показана зерновая продуктивность нового гибрида в четырех зонах России (табл. 3).

Наивысший урожай зерна у нового гибрида был сформирован в Дальневосточном регионе — 146,1 ц/га. В Центрально-Черноземном регионе зерновая продуктивность у нового гибрида составила 118,2–141,7 ц с 1 га.

В Нижневолжском и Средневолжском регионах его урожайность была соответственно 115,7–129,8 ц с 1 га.

По результатам двухлетних испытаний новый гибрид кукурузы РОСС 188 МВ был районирован по семи агроклиматическим зонам Российской Федерации

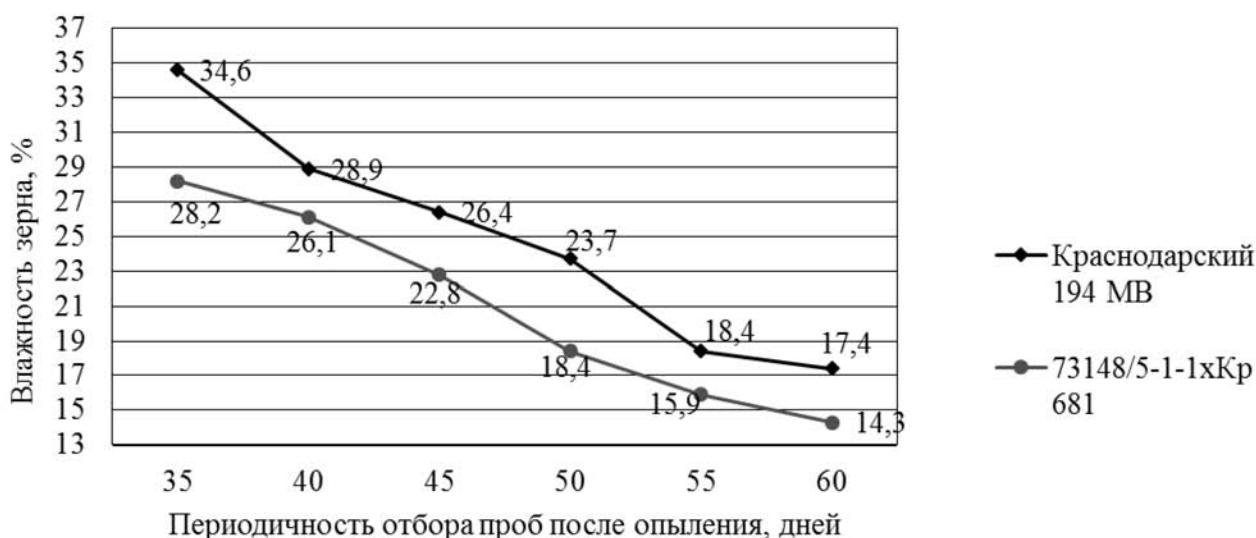


Рисунок 3. Динамика отдачи влаги зерном у гибрида 73148/5-1-1-1-1 × Кр 681, Краснодар 2013 год

Таблица 2. Экономическая эффективность возделывания новых гибридов кукурузы в ГНУ НИИСХ ЦЧП им. В. В. Докучаева, среднее, 2013–2014 гг.

Показатель	Гибрид			
	Краснодарский 194 МВ (стандарт)	70348/ 5-1-1 × Кр 681	74248/ 10-1-1 × Кр 801 МВ	73148 5-1-1 × Кр 681
Урожайность зерна, ц/га	63,2	75,7	75,9	61,8
Уборочная влажность зерна, %	31,2	24,8	26,6	20,5
Цена реализации, продукции ц/руб.	800	800	800	800
Стоимость продукции, руб./га	50560	60530	60709	49438
Производственные затраты, руб./га	29803	26155	27793	21685
Себестоимость 1ц/руб.	377	302	313	324
Чистый доход на 1 га, руб.	18457	29075	32916	27934
Уровень рентабельности, %	69,6	131,4	118,4	128,0

**Таблица 3. Зерновая продуктивность нового раннеспелого гибрида кукурузы РОСС 188 МВ по Госсортоучасткам Российской Федерации, 2015 год**

Название гибрида	Название Госсортоучастка, урожайность зерна, ц/га					
	Мазаноский ГСУ, Амурская обл.	Обояновский ГСУ, Курская обл.	Бекевский ГСУ, Пензенская обл.	Старо-синдровский ГСУ, Республика Мордовия	Липецкая ГСС, Липецкая обл.	Калининский ГСУ, Саратовская обл.
РОСС 188 МВ	146,1	141,7	132,2	129,8	118,2	115,7

рации и рекомендован к возделыванию в 35 краях, областях и республиках России.

#### Выводы

1. Подводя итоги изучения динамики потери влаги зерном при созревании у новых линий, полученных на базе трех различных генотипов с участием линии донора Кр. 48, можно сделать вывод: целенаправленный отбор среди линий трех различных генотипов позволил нам получить совершенно новый линейный материал, хорошо отдающий влагу зерном при созревании и выделить линии, имеющие влажность зерна на 55-й день после опыления равную или близкую к влажности линии-донора Кр. 48. Наилучшими показателями отличались линии 70348/ 5-1-1-1-1, 74248/10-1-1-1-1, 73148/5-1-1 с влажностью зерна у которых была на уровне донора и они отличались более длительным периодом налива зерна, что положительно влияет на их урожайность.

2. С участием новых линий и тестеров созданы новые гибриды кукурузы уборочная влажность зерна которых в периоды созревания была ниже стандарта на 2,5–6,5 %.

3. Возделывание новых гибридов кукурузы с быстрой отдачей влаги зерном при созревании в зонах их предполагаемого возделывания выявлено их высокую экономическую эффективность. Высокий уровень рентабельности у новых гибридов складывался за счет повышения прибыли к уровню стандарта от реализации зерна и снижения затрат на послеуборочную сушку зерна.

4. С участием новой линии 74248<sub>10-1-1-1-1</sub> и тестера Кр. 801 МВ создан и районирован по 7 агроклиматическим зонам России раннеспелый гибрид кукурузы Краснодарский 194 МВ, зерновая продуктивность которого в период Государственного сортоиспытания по зонам варьировала от 115,7 до 146,1 ц с 1 га.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Георгиев, Т. Зависимости между дебелината на перикарпа и няколко признака зърното на бъл гарский и чуждестрании хибриды и линии царевича / Т. Георгиев, М. Белопитова, И. Мухтанов, М. Васильев // Генетика и селекция. — 1978. ст.11(6). — С. 384–390.
2. Государственный реестр селекционных достижений допущенных к использованию. — Т. 1. — М., 2019 — 468 с.
3. Гульняшкин, А. В. Создание линий и гибридов кукурузы с быстрой потерей влаги зерном при созревании методом рекуррентной селекции: дис. канд. с.-х. наук: 06.01.05 / А. В. Гульняшкин. — Днепропетровск, 1993. — С. 119.
4. Гурьев, Б. П. Проблемы селекции кукурузы на ускоренное высыхания зерна / Б. П. Гурьев, А. Л. Зозуля // Селекция и семеноводство. — Киев, 1987. — С. 14–15.
5. Дзюбецкий, Б. В. Селекция гибридов кукурузы интенсивного типа для условий достаточного увлажнения: дис. д-р с.-х. наук / Б. В. Дзюбецкий. — Одесса, 1989. — 309 с.
6. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. — М.: Агропромиздат, 1985. — 351 с.
7. Ключко, П. Ф. Зависимость скорости потери влаги зерном при созревании от морфологических особенностей растений кукурузы / П. Ф. Ключко, Ю. А. Асыка, В. В. Сергеев // Науч.-техн. Бюлл. ВСГИ. — Одесса, 1986. — Выпуск 2. — С. 7–13.
8. Мороз, В. В. Влажность зерна в период его формирования у различных линий кукурузы / В. В. Мороз, Б. В. Дзюбецкий // Селекция и семеноводство кукурузы. — Днепропетровск, 1986. — С. 130–136.
9. Crane, P. L. Factors associated with variatai differences in rate of field drying corn / P. L. Crane, S. R. Milles, J. E. Newman // agron, J. — 1959. — V. 51. — № 2. — P. 318–320.
10. Troyer, A. F. Plant characteristics affecting field drying rate of ear corn / A. F. Troyer, W. B. Ambrose // Crop. Sci. — 1971. — V. 11. — №4. — P. 529–531.



## REFERENCES

1. Georgiev, T. Relationship between desalinate the pericarp and nakolko recognized Syrota on byl garskiy and Kurdistani hybrida and lines of Prince / T. Georgiev, M. Belopeta, Muhtarov I., Vasiliev M. // *Genetika i selekciya*. — 1978. — Vol. 11(6). — P. 384–390.
2. The state register of selection achievements admitted to use Volume 1, 2019 M. — 468 p.
3. Gulnyashkin, A. V. Creation of lines and hybrids of corn with rapid loss of moisture by grain during ripening by the method of recurrent selection: dis.Cand.of agricultural Sciences: 06.01.05 / Gulasci A. V. — Dnepropetrovsk, 1993. — P. 119.
4. Guryev, B. P. Problems of selection of corn on accelerated drying of grain / B. P. Guryev, A. L. Zozulya // *Selection and seed production*. — Kiev, 1987. — P. 14–15.
5. Dzyubetsky, B. V. Breeding of maize hybrids of the intensive type for the conditions of sufficient moisture, Diss.doctor of agricultural Sciences / B. V. Dzyubetsky. — Odessa, 1989. — 309 c.
6. Dospikhov, B. A. Technique of field experience / B. A. Dospikhov. — M.: Agropromizdat, 1985. — 351s.
7. Klyuchko, P. F. Dependence of the rate of moisture loss by grain at maturation on morphological features of maize plants / P. F. Klyuchko, Yu. a. Asyka, V. V. Sergeev // *Nauch.-tech. Buell. WSGI*. — Odessa, 1986. — Issue 2. — P. 7–13.
8. Moroz, V. V. Humidity of grain in the period of its formation in different lines of corn / V. V. Moroz, B. V. Dzyubetsky // *Selection and seed production of corn*. — Dnepropetrovsk, 1986. — P. 130–136.
9. Crane, P. L. Factors associated with variatai differences in rate of field drying corn / P. L. Crane, S. R. Milles, J. E. Newman // *agron, J.* — 1959. — V. 51. — № 2. — P. 318–320.
10. Troyer, A. F. Plant characteristics affecting field drying rate of ear corn / A. F. Troyer, W. B. Ambrose // *Crop. Sci.* — 1971. — V. 11. — № 4. — P. 529–531.

**Анатолий Иванович Супрунов**

Заведующий отделом селекции и семеноводства кукурузы,  
E-mail: suprunov-kniisx@mail.ru

**Anatoly I. Suprunov**

Head of Department of selection and corn seed production  
E-mail: suprunov-kniisx@mail.ru

**Анна Анатольевна Терещенко**

Научный сотрудник отдела селекции и семеноводства Кукурузы

**Anna A. Tereshchenko**

Scientist of Department of selection and corn seed production

**Антон Петрович Петряков**

Младший научный сотрудник отдела селекции и семеноводства кукурузы

**Anton P. Petryakov**

Junior researcher of the Department of breeding and corn seed production

**Дмитрий Сергеевич Перевязка**

Младший научный сотрудник отдела селекции и семеноводства кукурузы

**Dmitry S. Perevyazka**

Junior researcher of the Department of breeding and corn seed production

Все: ФГБНУ «Национальный центр зерна им. П. П. Лукьяненко»  
350012, Краснодар, Центральная усадьба КНИИСХ

AAll: National Grain Center by P. P. Lukyanenko  
Central Manor of KNIISKH, Krasnodar, Russia,  
350012

УДК 58.02:581.2:631.5:631.526.32633.18:631.559:631.84:632:633.18

**О. А. Брагина**, канд. биол. наук,  
**М. А. Ладатко**, канд. с.-х. наук,  
г. Краснодар, Россия

### ЭКОЛОГО-ИММУНОЛОГИЧЕСКОЕ ИСПЫТАНИЕ СОРТОВ РИСА В УСЛОВИЯХ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ

Доминирующее положение в фитопатогенном комплексе риса в Краснодарском крае занимает пирикулярриоз, вызываемый гемибитрофным грибом *Pyricularia oryzae* Cavara. Основными причинами распространения и вредоносности этого заболевания являются: использование сортов интенсивного типа, применение повышенных доз азотных удобрений, регуляторов роста, неоправданное увеличение норм высева семян, нарушение приемов технологии возделывания риса. В статье представлены результаты исследования за 2018–2019 гг. В эколого-иммунологическом сортоиспытании изучено 22 сорта риса. В период интенсивного развития метельчатой формы пирикулярриоза проведена фитопатологическая оценка сортов. Установлено, что сорта различаются по степени устойчивости к болезни и имеют разную норму реакции на условия выращивания в условиях Абинского и Красноармейского районов Краснодарского края. Интенсивность развития болезни сортов, исследуемых в Красноармейском районе, значительно выше, чем в Абинском, что привело к получению меньшей (на 7,3 %) урожайности риса. Установлена высокая отрицательная связь между интенсивностью развития болезни и урожайностью  $r = -0,70$ .

**Ключевые слова:** рис, сорт, пирикулярриоз, устойчивость, патоген, иммунологическая характеристика, агротехника.

\*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ и администрации Краснодарского края № 19-416-233009.

### ECOLOGICAL AND IMMUNOLOGICAL TEST OF RICE VARIETIES IN THE CONDITIONS OF THE KRASNODAR REGION

The dominant position in the phytopathogenic rice complex in the Krasnodar Territory is pyriculariosis caused by the hemibiotrophic fungus *Pyricularia oryzae* Cavara. The main causes of the spread and severity of this disease are: the use of intensive-type varieties, the use of high doses of nitrogen fertilizers, growth regulators, an unjustified increase in normal sowing of seeds, a violation of the methods of rice cultivation. The article presents the results of a study for 2018–2019. In the ecological and immunological variety test, 22 rice varieties were studied. During the period of intensive development of pyriculariosis, a phytopathological assessment of varieties was carried out. It was established that varieties differ in their degree of resistance to panicle form of pyriculariosis and have a different reaction rate to growing conditions in the conditions of the Abinsky and Krasnoarmeysky districts of the Krasnodar Territory. The intensity of the development of the disease of the varieties studied in the Krasnoarmeysky district is much higher than in Abinsky, which led to a lower (7.3 %) rice yield. A high negative relationship between the intensity of the development of the disease and productivity  $r = -0.70$  was established.

**Key words:** rice, variety, pyriculariosis, resistance, pathogen, immunological characteristics, agricultural technology.

#### Введение

Наиболее распространенным и вредоносным, экономически значимым заболеванием риса во всех регионах рисосеяния является пирикулярриоз — возбудитель *Pyricularia oryzae* Cavara. В последние годы пирикулярриоз на посевах риса отмечается ежегодно, начиная с фазы кущения риса. В зависимости от характера поражения различают несколько форм заболевания: листовую, узловую, стеблевую и метельчатую, последняя из которых наиболее опасная и вредоносная. Интенсивное развитие метельчатой формы пирикулярриоза приводит к потере урожая в пределах 50–70 % [7].

Проблема повышения устойчивости сельскохозяйственных растений к болезням является одной из основных в современной селекции [4, 10]. Интенсификация возделывания риса создает в агро-

фитоценозах благоприятный микроклимат для развития и распространения пирикулярриоза, приводит к усилению его вредоносности. Сорта быстро теряют устойчивость к новым расам патогена в связи с высокой спонтанной изменчивостью гриба *P. oryzae* [3, 5, 11].

Одной из главных причин, способствующих интенсивному развитию пирикулярриоза, является отсутствие устойчивых сортов и возделывание на больших площадях генетически однородных сортов [6, 7]. Районированные в Краснодарском крае сорта риса в основном характеризуются как среднеустойчивые. В тоже время, в зависимости от условий выращивания их устойчивость может варьировать. Выращивание устойчивых сортов повышает рентабельность производства и уменьшает пестицидную нагрузку на агроценозы, а также снижает загрязнение окружающей среды [9, 12]. Одна-

ко, создание резистентных сортов — длительный и наукоемкий процесс. Трудность селекции на устойчивость к болезням заключается и в том, что доноры резистентности в одной агроэкологической зоне могут оказаться сильно пораженными патогеном в другой, так как в зависимости от внешних условий меняется внутривидовой состав популяции. Кроме того, наряду с устойчивостью сортов, химической и биологической защитой риса от болезни оказывает влияние на интенсивность развития болезни технология выращивания культуры, в особенности сортовая агротехника [6, 7].

#### **Цель исследований**

Выявить иммунологическую изменчивость сортов риса в зависимости от агроэкологических условий выращивания.

#### **Материалы и методы**

В 2019 г. в экологическом испытании проведен скрининг 22 сортов риса по устойчивости к метельчатой форме пирикулярриоза в условиях долинного (ООО «Люкс-Агро Р» Абинского района) и стародельтового (ФГБУ ЭСОС «Красная» Красноармейского района) агроландшафтных районов. Объектами исследований являлись районированные и перспективные сорта риса селекции ВНИИ риса: Светлана, Ленарис, Азовский, Утёс, Сигнал, Аполлон, Престиж, Каурис, Наутилус, Патриот, Рапан, Рапан 2, Яхонт, Велес, Романс, Сонет Альянс, Диамант, Партнёр, Фаворит, Флагман, Юбилейный 85.

Земли стародельтового агроландшафтного района относятся к I агроэкологической категории — лучшие для выращивания культур рисовых севооборотов. В структуре почвенного покрова преобладают рисовые лугово-черноземные мощные тяжелосуглинистые почвы на аллювиальных отложениях. Мощность гумусовых горизонтов А+В превышает 130 см, содержание гумуса 3,2–3,9 %. В составе почвенного поглощающего комплекса (ППК) преобладает кальций. Его доля составляет 65,4–75,3 %.

Земли долинного агроландшафтного района относятся преимущественно ко II агроэкологической категории земель — хорошие для культур рисовых севооборотов. Почвенный покров представлен комплексом лугово-черноземных среднесуглинистых почв на аллювиальных глинах и тяжелых суглинках и луговых среднесуглинистых почв на аллювиальных оглеенных глинах. Мощность гумусового горизонта составляет в среднем 75–80 см, содержание гумуса 3,8–4,1 %. Доля поглощенного кальция в составе ППК составляет 29,8–33,4 %, а поглощенного магния — до 57,0 % [2].

Исследования осуществлялись в условиях полевого опыта. Расположение вариантов рендомизированное, в четырехкратной повторности. Площадь делянки — 10 м<sup>2</sup>. Посев проводился селекционной сеялкой ССНЦ-8; норма высева 7 млн. всхожих зерен на 1 га. Режим орошения — укороченное затопление. Предшественник в опытах — озимая пшеница. В опытах проводили учет

густоты стояния растений в фазу полных всходов, подсчитывая количество растений на двух смежных рядках длиной 111 см в трех местах по диагонали каждой делянки [1]. Уборку урожая проводили методом сплошного обмолота малогабаритным комбайном ДКС-515 с последующим пересчетом на 14 % влажность. Обработку почвы, режим орошения и уход за посевами риса выполняли в соответствии рекомендациями по возделыванию риса в Краснодарском крае [8].

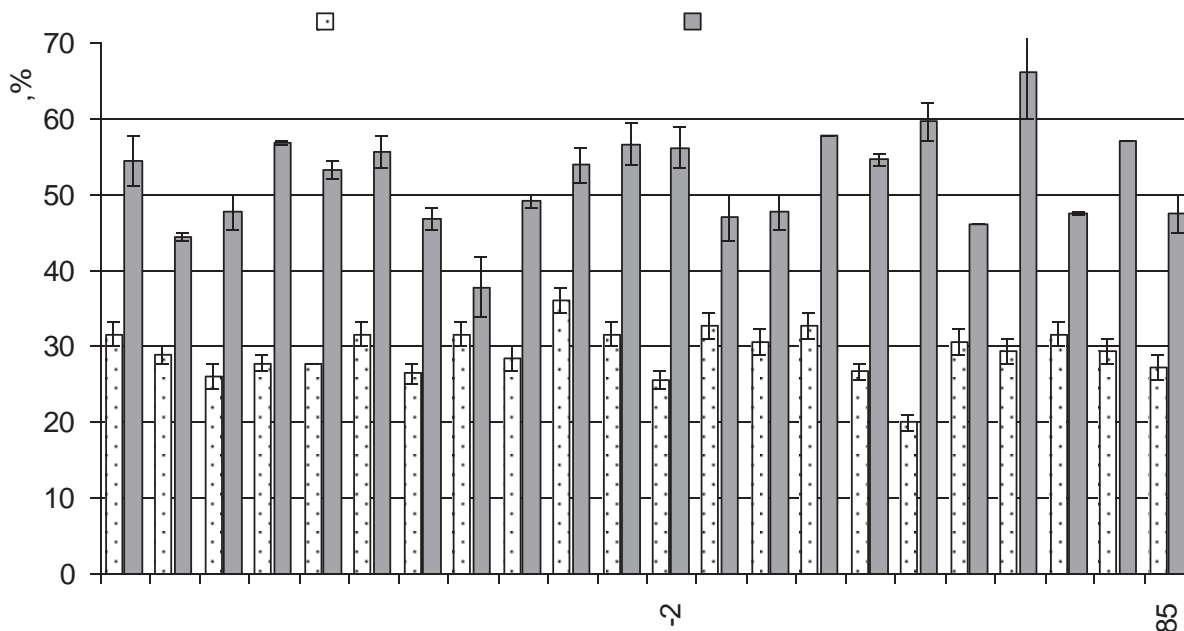
В период интенсивного развития пирикулярриоза проводили учеты пораженности сортов риса по методике Международного института риса. По результатам оценки сорта классифицировали на устойчивые — интенсивность развития болезни (ИРБ) 0–25 %; среднеустойчивые, ИРБ — 25,1–50 %; восприимчивые, ИРБ > 50 % [13].

#### **Результаты и обсуждение**

В результате изучения устойчивости к метельчатой форме пирикулярриоза в полевых условиях было установлено, что сорта различаются по данному показателю и имеют разную норму реакции на условия выращивания в Абинском и Красноармейском районах (рис. 1).

В условиях Абинского района исследуемые сорта в основном характеризовались как среднеустойчивые, со степенью поражения метельчатой формой пирикулярриоза от 25,5 (Сонет) до 37,8 % (Патриот). Сорта риса Азовский, Альянс и Романс в данном опыте проявили себя как устойчивые (24,4; 18,9; 25,0 %). В условиях Красноармейского района эти сорта поразились в большей степени и характеризовались как восприимчивые. Интенсивность поражения метельчатой формой пирикулярриоза варьировала от 51,1 до 62,2 %. Сорта риса Ленарис, Каурис, Наутилус, Яхонт, Велес, Юбилейный 85 проявили себя как среднеустойчивые, со степенью поражения 33,9–50,0 %.

Главным показателем эффективности каждого агротехнического приема является урожайность. Чем более приспособлен сорт к конкретным условиям выращивания, тем выше его продуктивность. При этом сама урожайность, так же, как и интенсивность развития болезни, во многом зависит от густоты стояния растений. Анализ данных густоты стояния растений, урожайности и интенсивности развития болезни в среднем по сортам показал, что в условиях Красноармейского района, не смотря на одинаковую норму высева (7 млн. всхожих семян на 1 га), плотность ценоза была на 43 % больше, чем в Абинском районе (рис. 2). Это с одной стороны свидетельствует о лучшей предпосевной подготовке почвы и режиме орошения в период получения всходов и предполагает получение высокого урожая, а с другой стороны — требует повышенного контроля за появлением первых признаков пирикулярриоза, так как именно с посевов высокой плотности и обеспеченности азотными удобрениями в первую очередь начинается разви-



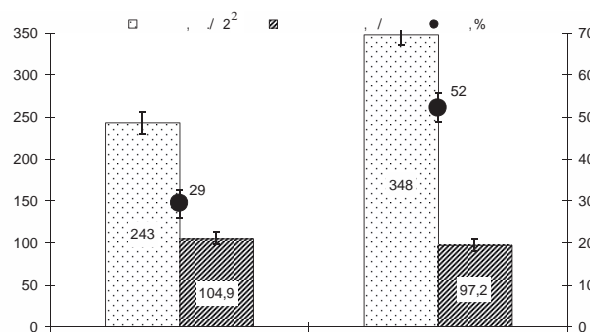
**Рисунок 1. Интенсивность развития метельчатой формы пирикулярриоза на сортах риса, Абинский и Красноармейский районы, 2019 г.**

тие патогена. В ФГБУ ЭСОС «Красная» Красноармейского района повышенный инфекционный фон пирикулярриоза сохраняется на протяжении последних 7 лет. Это связано с применением интенсивной технологии выращивания риса, более плодородными почвами и слабой эффективностью используемых фунгицидов (Колосаль и Винтаж).

В нашем случае, последствием выше указанных факторов явилось снижение урожайности сортов риса в Красноармейском районе на 7,7 ц/га (при  $НСР_{05} = 7,02$ ) по сравнению с Абинским районом. Наибольшее снижение отмечено у сортов (в порядке возрастания): Романс, Утёс, Альянс, Партнёр. Вместе с тем, на снижение устойчивости сортов к пирикулярриозу повлияло увеличение дозы азота. Так в варианте, где в первую подкормку (2–3 листа у риса) дополнительно вручную вносился карбамид в дозе 30 кг по д.в. на 1 га выявлено увеличение интенсивности развития болезни. При этом реакция сортов на этот агроприём была различна. В Абинском районе дополнительное внесение азота, на низком инфекционном фоне, отразилось повышением урожайности (+7,8 ц/га), а в Красноармейском районе напротив — произошло её снижение на 2,3 ц/га. Расчёт коэффициента корреляции между урожайностью и интенсивностью развития болезни показал, что в Красноармейском районе он составил -0,70 при ошибке 0,159, то есть имеется сильная обратная зависимость. А так как вычисленное значение t-критерия Стьюдента (-4,41) боль-

ше табличного (2,09), нулевая гипотеза отвергается на 95 % уровне значимости, и различия между выборкой и известной величиной признаются статистически значимыми.

Фитопатологическое тестирование растений в опытах показало, что интенсивность развития метельчатой формы пирикулярриоза на сортах, исследуемых в Абинском районе в 2018 г. варьировала от 22,2 до 48,9 %, в 2019 г. от 20,0 до 36,1 % (табл. 1). За два года исследования все сорта проявили себя как среднеустойчивые, сорт риса Азовский — устойчивый (22,2–25,0 %).



**Рисунок 2. Густота стояния растений, урожайность и интенсивность развития болезни в экологических испытаниях сортов риса, Абинский и Красноармейский районы, 2019 г.**



**Таблица 1. Изменение интенсивности развития метельчатой формы пирикулярриоза сортов риса в пространстве и во времени**

Сорт	Красноармейский район		Абинский район	
	2018 г.	2019 г.	2018 г.	2019 г.
Светлана	56,7	54,4	32,8	31,7
Азовский	54,4	51,1	22,2	25,0
Сигнал	60,0	53,3	38,8	27,8
Аполлон	55,5	55,6	38,8	31,7
Наутилус	51,1	51,1	44,4	28,4
Патриот	58,9	53,9	38,8	36,1
Рапан	59,5	56,7	33,3	31,7
Рапан 2	62,2	56,2	33,3	25,6
Яхонт	63,9	57,8	42,2	32,8
Велес	58,3	56,7	38,9	30,6
Альянс	62,8	59,7	44,4	20,0
Партнер	52,8	60,0	46,1	29,5
Фаворит	52,8	51,1	46,1	31,7
Флагман	55,6	57,2	44,4	29,5
Юбилейный 85	46,7	47,5	48,9	27,3

В условиях Красноармейского района более высокий инфекционный потенциал возбудителя болезни, поэтому все сорта, за исключением Юбилейный 85 с поражением 46,7–47,5 %, проявили себя как неустойчивые — интенсивность развития болезни в 2018 г. варьировала от 51,1 до 63,9 %, в 2019 г.: от 51,1 до 60 %, соответственно.

#### Выводы

В результате проведенных нами исследований установлена иммунологическая изменчивость сортов риса в зависимости от агроэкологических условий выращивания. Интенсивность развития болезни сортов риса в Красноармейском районе в 2018 г. варьировала от 51,1 до 63,9 %, в 2019 г. от 51,1 до 60 %, что значительно выше, чем в Абинском (2018 г. — 22,2 ... 48,9 %, 2019 г. 20,0 ... 36,1 %), а урожайность сортов риса — на 7,3 %

ниже. Установлена высокая отрицательная связь между интенсивностью развития болезни и урожайностью  $r = -0,70$ .

В Абинском районе, при благоприятных условиях для развития пирикулярриоза, на фоне умеренных доз азотных удобрений и фунгицидных обработок, допускается возделывание среднеустойчивых сортов без риска высоких потерь урожая. В Красноармейском районе пирикулярриоз отмечается ежегодно в связи с высоким инфекционным потенциалом возбудителя болезни. Поэтому при возделывании восприимчивых к пирикулярриозу сортов на высоком агрофоне требуются своевременные профилактические обработки фунгицидом для предотвращения заражения листьев и метелок в течение вегетационного периода и распространения болезни.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Агарков, В. Д. Агротехнические требования и нормативы в рисоводстве / В. Д. Агарков, А. Ч. Уджуху, Е. М. Харитонов // Практическое пособие. — Краснодар: ВНИИ риса, 2006. — 96 с.
2. Бочко Т. Ф. Методологические аспекты агроэкологической оптимизации использования природно-ресурсного потенциала рисовых мелиоративных агроландшафтов / Т. Ф. Бочко, К. М. Авакян // Сельскохозяйственная биология, № 5. — 2006. — 81–87 с.
3. Брагина, О. А. Устойчивость сортов риса к *Pyricularia oryzae Cavara* в зависимости от условий выращивания / О. А. Брагина, М. А. Ладатко, Е. А. Малюченко // Рисоводство, № 4 (41) 2018.
4. Вавилов, Н. И. Пути советской селекции / Н. И. Вавилов // Избранные труды: в 5 т. — М.; Л.: Наука, 1965. — Т. 5: Проблемы происхождения, географии, генетики, селекции растений и агрономии.
5. Ван Дер Планк, Я. Устойчивость растений к болезням / Я. Ван Дер Планк. — М.: Колос, 1972. — 253 с.
6. Гешеле, Э. Э. Основы фитопатологической оценки в селекции растений. / Э. Э. Гешле. — М.: Колос, 1978. — 208 с.
7. Зеленский, Г. Л. Иммунологическая защита сельскохозяйственных культур от болезней: теория и практика / Г. Л. Зеленский // Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 125-летию со дня рождения Н. И. Вавилова. — Большие Вяземы, 2012. — 427–440 с.

8. Сметанин, А. П. Методики опытных работ по селекции, семеноводству, семеноведению и контролю за качеством семян риса / А. П. Сметанин, В. А. Дзюба, А. И. Апрод. — Краснодар: Краснодарское кн. изд-во. — 1972. — 156 с.
9. Ballini, E. A genome-wide meta-analysis of rice blast resistance genes and quantitative trait loci provides new insights into partial and complete resistance / E. Ballini, J. B. Morel, G. Droc et al. // *Molecular Plant-Microbe Interactions*. — 2008. — 21. — P. 859–868.
10. Bent, A. F. Plant disease resistance genes, function meets structure / A. F. Bent // *The Plant Cell*. — 1996. — 8. — P. 1757–1771.
11. Bonman, J. M. Rice Blast / J. M. Bonman // In: *Compendium of Rice Diseases*. Eds. R. K. Webster and P. S. Gunnel. American Phytopathological Society Press. St. Paul, Minnesota. USA. — 1992. P. 14–18.
12. Jia, Y. Direct interaction of resistance gene and avirulence gene products confers rice blast resistance / Y. Jia, S. A. McAdams, G. T. Bryan, H. P. Hershey, B. Valent // *EMBO Journal*, 2000. — 19. — P. 4004–4014.
13. International Rice Research Institute (IRRI) (1996) // *Standard evaluation system for rice*. 4 th.ed. IRRI — Manila, Phillipine. — 1996.

## REFERENCES

1. Agarkov, V. D. Agrotechnical requirements and standards in rice farming / V. D. Agarkov, A. Ch. Ujuhu, E. M. Kharitonov // *Practical guide*. — Krasnodar: All-Russian Research Institute of Rice, 2006. — P. 96.
2. Bochko T. F. Methodological aspects of agroecological optimization of the use of natural resource potential of rice reclamation agrolandscapes / T. F. Bochko, K. M. Avakyan // *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya*, №. 5. — 2006. — 81–87 p.
3. Bragina, O. A. Resistance of rice varieties to *Pyricularia oryzae* Cavara depending on growing conditions / O. A. Bragina, M. A. Ladatko, E. A. Malyuchenko // *Rice Growing*, №. 4 (41) 2018.
4. Vavilov, N. I. Ways of Soviet selection / N. I. Vavilov // *Selected works: in 5 volumes*. — M.; L.: Nauka, 1965. — V. 5: Problems of origin, geography, genetics, plant breeding, and agronomy.
5. Van Der Planck, J. Resistance of plants to diseases / J. Van der Planck. — M.: Kolos, 1972. — P. 253.
6. Geshele, E. Основ. Fundamentals of phytopathological assessment in plant breeding. / E. E. Geschle. — M.: Kolos, 1978. — P. 208.
7. Zelensky, G. L. Immunological protection of crops from diseases: theory and practice / G. L. Zelensky // *Materials of the International scientific-practical conference dedicated to the 125th anniversary of the birth of N. I. Vavilov*. — Big Vyazemy, 2012. — P. 427–440.
8. Smetanin, A. P. Methods of experimental work on selection, seed production, seed management and quality control of rice seeds / A. P. Smetanin, V. A. Dziuba, A. I. Aprod. — Krasnodar: Krasnodar book. publishing house — 1972. — P.156.
9. Ballini, E. A genome-wide meta-analysis of rice blast resistance genes and quantitative trait loci provides new insights into partial and complete resistance / E. Ballini, J. B. Morel, G. Droc et al. // *Molecular Plant-Microbe Interactions*. — 2008. — 21. — P. 859–868.
10. Bent, A. F. Plant disease resistance genes, function meets structure / A. F. Bent // *The Plant Cell*. — 1996. — 8. — P. 1757–1771.
11. Bonman, J. M. Rice Blast / J. M. Bonman // In: *Compendium of Rice Diseases*. Eds. R. K. Webster and P. S. Gunnel. American Phytopathological Society Press. St. Paul, Minnesota. USA. — 1992. P. 14–18.
12. Jia, Y. Direct interaction of resistance gene and avirulence gene products confers rice blast resistance / Y. Jia, S. A. McAdams, G. T. Bryan, H. P. Hershey, B. Valent // *EMBO Journal*, 2000. — 19. — P. 4004–4014.
13. International Rice Research Institute (IRRI) (1996) // *Standard evaluation system for rice*. 4 th.ed. IRRI — Manila, Phillipine. — 1996.

### **Олеся Анатольевна Брагина**

Старший научный сотрудник лаборатории земледелия, отдела технологии возделывания риса  
E-mail: Olesya.bragina.1984@mail.ru

### **Bragina Olesya Anatolievna**

Senior scientist, laboratory of agronomy, rice technology division  
E-mail: Olesya.bragina.1984@mail.ru

### **Максим Александрович Ладатко**

Ведущий научный сотрудник лаборатории сортовой агротехники и паспортизации риса  
E-mail: maxilad@mail.ru

### **Maxim Aleksandrovich Ladatko**

Leading researcher, laboratory of varietal agricultural technology and certification of rice varieties  
E-mail: maxilad@mail.ru

Все: ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт риса», 350921, Краснодар, пос. Белозерный, 3

All: FSBSI «All-Russian research Institute of rice», Belozerny village, 3, Krasnodar, Russian Federation, 350921

УДК 633.11:632

Л. А. Беспалова, д-р с.-х. наук,  
И. Б. Аблова, д-р с.-х. наук,  
Ж. Н. Худокормова, канд. с.-х. наук,  
О. Ю. Пузырная, канд. с.-х. наук,  
Г. Д. Набоков, канд. с.-х. наук,  
Е. В. Агаева,  
А. С. Тархов,  
г. Краснодар, Россия

### ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ЗАЩИЩЕННОСТЬ СОРТОВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ ОТ РЖАВЧИНЫХ БОЛЕЗНЕЙ

Показан полиморфизм сортов озимой пшеницы, созданных в Национальном центре зерна им. П. П. Лукьяненко, по устойчивости к ржавчинным заболеваниям в условиях искусственных инфекционных фонов. Для создания искусственных инфекционных фонов в полевых условиях применяли общепринятые методы. Устойчивость растений в проростках изучали в условиях фитотронно-тепличного комплекса и камер искусственного климата. Идентификация генов устойчивости к бурой и стеблевой ржавчине методом молекулярного маркирования выполнялась в отделе биотехнологии НЦЗ им. П. П. Лукьяненко, а также в ВИЗР (г. Санкт-Петербург) — в лаборатории микологии и фитопатологии им. А. А. Ячевского и отделе иммунитета растений. Установлено, что сорта характеризуются различным уровнем устойчивости к ржавчинным болезням. Рассмотрены различия сортов по генетической природе устойчивости. По результатам ПЦР-анализа с использованием молекулярных маркеров представлены гаплотипы сортов по Lr и Sr-генам. Показано, что сорта имеют как единичные Lr-гены (Lr1, Lr9, Lr9, Lr10, Lr26, Lr34, Lr37, Lrls), так и их различные комбинации. Рассмотрены комплексы из 3–4-х генов, не эффективные против возбудителя бурой ржавчины. Ген устойчивости к стеблевой ржавчине Sr31 выявлен у многих сортов, а также идентифицированы Sr25, Sr2 и др. Приведены элементы научно обоснованной стратегии использования генетически защищенных сортов. Высокий уровень генетической защиты агроценозов можно обеспечить путем создания и возделывания генетически разнообразных по устойчивости сортов и рациональном их размещении во времени и пространстве.

**Ключевые слова:** пшеница; ржавчинные болезни; искусственный инфекционный фон; тип реакции; интенсивность поражения; селекция на устойчивость; сорт; гаплотип; «пирамида» генов; гены Lr, Sr; ювенильная, возрастная устойчивость.

### GENETIC PROTECTION OF WINTER WHEAT VARIETIES FROM RUST DISEASES

The polymorphism of winter wheat varieties breeding at the National Grain Center by P. P. Lukyanenko on resistance to rust diseases in conditions of artificial infectious backgrounds is shown. Conventional methods were used to create artificial infectious backgrounds in the field. The stability of plants in seedlings was studied in the conditions of phytotron-greenhouse complex and artificial climate chambers. Identification of genes of resistance to brown and stem rust by molecular labeling was carried out in the department of biotechnology of the National Grain Center by P. P. Lukyanenko, also in All-Russian Institute of Plant Protection (St. Petersburg) — in the laboratory of mycology and phytopathology by A. A. Yachevsky and the department of plant immunity. It is established that the varieties are characterized by different levels of resistance to rust diseases. The differences of varieties on the genetic nature of resistance are considered. According to the results of PCR — analysis using molecular markers, haplotypes of varieties by Lr and Sr-genes are presented. It is shown that varieties have both single Lr genes (Lr1, Lr9, Lr9, Lr10, Lr26, Lr34, Lr37, Lrls) and their various combinations. Complexes of 3–4 genes that are not effective against the causative agent of brown rust are considered. The gene of resistance to stem rust Sr31 was identified in many varieties, and Sr25, Sr2, etc. were identified. The elements of a scientifically based strategy for the use of genetically protected varieties are presented. A high level of genetic protection of agroecosystems can be provided by breeding and cultivating genetically diverse varieties of stability and rational placement in time and space.

**Key words:** wheat; rust diseases; artificial infectious background; reaction type; lesion intensity; breeding for resistance; variety; haplotype; «pyramid» of genes; genes Lr, Sr; juvenile, adult resistance.

#### Введение

В настоящее время происходит изменение климата в сторону увеличения температуры и влажности, что создает благоприятные условия для развития ржавчинных болезней пшеницы, составляющих

основу патогенного комплекса. Бурая ржавчина (возбудитель *Puccinia triticina*) остается одной из наиболее распространенных и вредоносных заболеваний пшеницы в России и других странах, несмотря на снижение частоты и силы эпифитотий, а так-

же на значительный прогресс в изучении механизмов устойчивости и популяций патогена. В последние годы в Западной Европе, Азии и на Африканском континенте особую вредоносность получила желтая ржавчина (возбудитель *P. striiformis*). В России это заболевание актуально для Северо-Кавказского региона, в отдельные годы оно отмечается в Северо-Западном и других Центрально-Европейских регионах. Желтая ржавчина имеет большую вредоносность, чем бурая, так как способна появляться внезапно, распространяться и развиваться стремительно, характеризуется непредсказуемостью возникновения, очаговостью и может снижать урожай в половину. Стеблевая ржавчина пшеницы встречается всюду, где произрастают ее хозяева — барбарис, пшеница и другие злаки. Возбудитель болезни — *P. graminis*. Она крайне вредоносна: нарушает водный баланс растений и усиливает транспирацию, ослабляет фотосинтез, снижает интенсивность образования и оттока углеводов, уменьшает рост и задерживает развитие растений. Развитию и распространению стеблевой ржавчины на юге РФ способствуют благоприятные погодные условия для массового развития возбудителя; произрастающий в регионе промежуточный хозяин гриба — барбарис; распространение диких злаковых трав, которые патоген способен поражать. Болезнь может быть причиной недобора 60–70 % урожая. В настоящее время вся мировая научная общественность, производители зерна, население обеспокоены распространением новой, особо агрессивной расы стеблевой ржавчины Ug99. Для многих стран Африки и Азии распространение Ug 99 представляет угрозу массового голодания, поскольку она буквально истребляет культуру, которая обеспечивает треть калорий. Возникновение эпифитотий, вызванных расой Ug 99, на территории Краснодарского края вполне возможно из-за способности спор возбудителя переноситься воздушным путем на сверхдальние расстояния, территориальной близости эпифитотийно опасных регионов [1].

В настоящее время производство продукции растениеводства ориентировано на ресурсосберегающие и экологически безопасные технологии, важнейшим элементом которых является создание и возделывание устойчивых к болезням сортов сельскохозяйственных культур. Селекцию на иммунитет считают наиболее эффективной и экологичной стратегией защиты растений от болезней, вызываемых фитопатогенами, поскольку она исключает необходимость широкого использования пестицидов.

Селекция на устойчивость к ржавчинным болезням в Национальном центре зерна им. П. П. Лукьяненко осуществляется по непрерывной программе, так как патогены эволюционируют вместе с хозяином. Многообразие сортов с различной генетической основой устойчивости, частая сортомена позволяют опережать эволюцию патогенов во времени, а ареалы хозяина и патогенов ограничить и

разделить в пространстве. Фитосанитарной оптимизации состояния посевов способствуют и территориальные «манёвры» генетическими факторами устойчивости [5].

#### **Цель исследований**

Выявить полиморфизм современного сортимен-та озимой пшеницы по устойчивости к ржавчинным заболеваниям в условиях искусственных инфекционных фонов, идентифицировать гаплотипы сортов по *Lr* и *Sr*-генам.

#### **Материал и методы**

Материал исследований представлен сортами озимой мягкой пшеницы, созданных в НЦЗ им. П. П. Лукьяненко, краснодарскими популяциями возбудителей бурой (*P. triticina*), желтой (*P. striiformis*) и стеблевой (*P. graminis*) ржавчин.

Для создания искусственных инфекционных фонов в полевых условиях применяли следующие общепринятые методы: растения инокулировали опрыскиванием водной суспензией спор с прилипателем Твин 80 и создавали влажную камеру с помощью полиэтиленовых пакетов (бурая и желтая ржавчины). Стеблевой ржавчиной растения заражали с помощью шприца. Норма расхода или инфекционная нагрузка составляла 10 мг/м<sup>2</sup> спор возбудителей бурой, 20 мг/м<sup>2</sup> — стеблевой и желтой ржавчины. Для успешного заражения бурой ржавчиной температура должна быть не ниже 15 °С, стеблевой 18 °С, желтой 10 °С. Желтой ржавчиной растения заражали в фазу трубкования, бурой и стеблевой — трубкования — колошения [4].

Устойчивость к видам ржавчины определяли по качественным и количественным показателям: тип реакции на внедрение патогена, интенсивность поражения. Пораженность растений определяли глазомерно: бурой ржавчиной — флагового и предфлагового листьев, желтой — трех верхних листьев, стеблевой — двух верхних междоузлий, влагилиц флагового и предфлагового листьев.

Тип реакции определяли по шкалам:

для бурой ржавчины — Мейнса и Джексона [11];  
для желтой ржавчины — Гайсснера и Штрайба [9];  
для стеблевой ржавчины — Стэкмана и Левина [17].

Интенсивность развития ржавчины характеризуется плотностью расположения пустул на пораженном органе (лист, стебель и др.). Степень поражения бурой и стеблевой ржавчинами определяли по шкале Петерсона с соавторами, желтой ржавчины — по шкале Кобба [15]. Учет поражения видами ржавчины проводили в период от колошения до молочно-восковой спелости.

Устойчивость растений в проростках изучали в условиях фитотронно-тепличного комплекса и камер искусственного климата. Для этого растения выращивали до фазы двух листьев в ящиках. Перед инокуляцией с них снимали восковой налет и заражали суспензией спор путем опрыскивания. Инокулированные растения выдерживали во влаж-



ной камере в течение 18...24 часов, затем помещали в камеры искусственного климата при температуре +20 °С, относительной влажности воздуха 70...80 %, освещенности 10...15 тыс. люкс. Степень поражения растений бурой ржавчиной оценивали по шкале Мейнса и Джексона [11].

Идентификация генов устойчивости к бурой и стеблевой ржавчине методом молекулярного маркирования выполнялась в отделе биотехнологии НЦЗ им. П. П. Лукьяненко, а также в ВИЗР (г. Санкт-Петербург) — в лаборатории микологии и фитопатологии им. А. А. Ячевского и в отделе иммунитета растений [2, 3].

### Результаты и обсуждение

Приоритетным направлением в селекции пшеницы на устойчивость к бурой ржавчине является создание сортов с горизонтальной или расоноспецифической (полевой, частичной, замедленного развития) устойчивостью, использование эффективных генов расоноспецифической устойчивости и объединение генов вертикальной устойчивости со слабо экспрессированными генами, т.е. «пирамидирование» генов.

Достижения в селекции по этим направлениям в Национальном центре зерна им. П. П. Лукьяненко очевидны. Среди сортов Центра, большинство характеризуется как высоко и умеренно устойчивые, есть умеренно восприимчивые и восприимчивые, с высокой толерантностью (табл. 1).

Сорт **Адель** включен в Государственный реестр селекционных достижений РФ в 2014 году. В год

районирования и в настоящее время на фоне искусственного заражения он стабильно показывает среднюю восприимчивость к возбудителю бурой ржавчины. Молекулярный скрининг показал, что сорт Адель несет пирамиду, состоящую из трех слабо — и неэффективных генов устойчивости: *Lr10*, *Lr26* и *L34*. Гены *Lr 10* и *Lr26* относят к группе ювенильных, действие которых проявляется во всех фазах онтогенеза пшеницы, начиная с первого листа. Ген *Lr34* отнесен к генам устойчивости взрослых растений. Эффект генов взрослых растений отмечен на более поздних этапах, например, после выхода в трубку. Согласно «Каталогу генных символов пшеницы», в данную группу входят также гены: *Lr12*, *Lr13*, *Lr10*, *Lr22a*, *Lr22b*, *Lr35*, *Lr37*, *Lr46*, *Lr48* и *Lr67* [14]. На фоне искусственного заражения интенсивность поражения сорта Адель варьирует в пределах от 10 (2015 г.) до 50 % (2014 г.) с типом реакции MS. В естественных полевых условиях степень поражения бурой ржавчиной всегда значительно ниже и не превышает 20 % с умеренно восприимчивым типом реакции.

В родословной высокопродуктивного сорта **ГРОМ** участвует линия, созданная в отделе биотехнологии Центра с использованием диких родичей пшеницы. На период передачи в ГСИ (2007 г.) и включения в Госреестр РФ (2010 г.) он был высоко устойчивым к бурой ржавчине. В 2012 году изменился тип реакции на внедрение патогена с устойчивого (R-MR) на восприимчивый (MS-S) на фоне слабой степени поражения (5 %). С 2014 года рез-

**Таблица 1. Динамика поражения сортов озимой мягкой пшеницы бурой ржавчиной, искусственный инфекционный фон**

Сорт	Степень поражения (%) и тип реакции, годы					
	в год передачи на ГСИ	2014	2015	2016	2017	2018
Адель	20MS*	50MS	10MS	30MS	30MS	40MS
ГРОМ	5MR	90S	50S	90S	90S	90S
Таня	5MR	50MS	10MS	30MS	30MS	40MS
Юка	10MR	60S	30MS	80S	90S	90S
Васса	0	5R	10MR	50MS	5MR	5MR
Баграт	0	5R	10R	30MS	5MR	5MR
Стан	0	1R	0	5R	1R	1R
Табор	0	5R	0	30MS	10MR	10MR
Сила	0	0	0	30MS	1R	1R
Антонина	30MS	40MS	40MS	50MS	40MS	40MS
Гурт	10MR	20MS	10S	90S	90S	90S
Юнона	0	1R	0	1R	1R	1R
Фортуна	0	80S	30MS	40MS	30MS	40S
Лебедь	0	10MR	5MS	60S	60S	80S
Морозко	10MR	10MR	1R	30MS	30MS	20MS

Примечание: R — реакция устойчивости; MR — реакция умеренной устойчивости; MS — реакция умеренной восприимчивости; S — реакция восприимчивости.

ко возросла интенсивность поражения этого сорта при восприимчивом типе реакции, т.е. сорт утратил способность противостоять паразиту. К быстрому преодолению устойчивости патогеном привело широкое распространение сорта в производстве. У сорта ГРОМ выявлен слабо эффективный ген *Lr10*, который не обеспечивает длительную защиту сорта от болезни. Поскольку сорт ГРОМ в сильной степени поражается бурой ржавчиной, для реализации его высокого потенциала продуктивности необходима оптимальная система защиты фунгицидами.

Сорт **Таня** включен в Госреестр РФ в 2005 году. Он создан методом отдаленной гибридизации путем возвратного скрещивания тритикале с пшеницей и несет ржаную транслокацию 1В/1R, в которой находится ген *Lr26*. Гаплотип сорта Таня представлен сочетанием генов *Lr26* и *Lr34*. Сорт обладает полевой устойчивостью и характеризуется умеренно восприимчивым типом реакции на внедрение патогена (MS). Для него характерно медленное накопление инфекции (slow rusting) даже в эпифитотийные годы. В естественных условиях интенсивность поражения достигает 10–20 %. На фоне искусственного заражения — 30 %. В отдельные годы сорт способен поражаться до 50 %. В засушливые годы с низкой инфекционной нагрузкой возбудителя болезни сорт может обходиться без использования фунгицидов.

Несмотря на сложность создания сортов, несущих различные комбинации расоспецифических *Lr*-генов, полностью или частично утративших свою эффективность, в настоящее время во всем мире этой работе уделяется большое внимание, поскольку она позволяет усовершенствовать генетическую защиту пшеницы и стабилизировать популяции патогена за счет снижения его репродуктивной способности, а не полной элиминации. При изучении мировой коллекции мягкой пшеницы *A. Dakouri* с соавторами (2013) показали, что образцы, несущие три и более ювенильных гена, имели более высокий уровень устойчивости в полевых условиях, чем несущие два и менее *Lr*-гена. Наличие у них дополнительного гена *Lr34* еще более усиливало эффект ювенильных генов [8].

Сорт **Юка** включен в Государственный реестр селекционных достижений РФ в 2012 году. В это время он отличался комплексной устойчивостью к бурой, желтой и стеблевой ржавчинам. Степень поражения бурой ржавчиной на инфекционном фоне в 2012 и 2013 гг. не превышала 10 %. С использованием молекулярных маркеров у сорта Юка выявлена «пирамида» из четырех слабо — и неэффективных генов устойчивости: *Lr1*, *Lr10*, *Lr26* и *Lr34*. Данное сочетание генов оказалось неэффективным против возбудителя бурой ржавчины и в 2014 году сорт потерял устойчивость к патогену. В последние годы на фоне искусственного заражения степень поражения сорта Юка достигает 80–90 %. Для максимальной реализации его высокого потенциала продуктивности необходима защита фунгицидами.

У сортов **Стан** и **Антонина** устойчивость к бурой ржавчине детерминирована сочетанием генов *Lr10* и *Lr26*. Несмотря на одинаковую комбинацию генов, сорта характеризуются различным уровнем устойчивости. Сорт Стан с момента передачи на ГСИ и до настоящего времени сохраняет устойчивость к патогену. Степень его поражения на искусственном инфекционном фоне не превышает 5 % с устойчивым типом реакции (R). Сорт Антонина на момент передачи на ГСИ характеризовался как умеренно восприимчивый. В течение ряда лет сорт на фоне искусственного заражения поражается от 30 до 50 % с умеренно восприимчивым типом реакции (MS). Возможно, что разница в уровне устойчивости сортов обусловлена дополнительным, не постулированным *Lr*-геном в сорте Стан, обеспечивающим его высокую резистентность к патогену.

У сортов **Васса** и **Баграт** с использованием ПЦР — анализа идентифицирован ген ювенильной устойчивости *Lr26*. Массовое использование гена *Lr26* в селекции в конце прошлого века и последующее возделывание однородных по этому гену сортов на больших площадях привели к формированию мощного селективного фона для накопления вирулентных клонов. В настоящее время вирулентные к гену *Lr26* клоны гриба широко распространены во всех регионах России. Тем не менее следует отметить, что транслокация 1BL.1RS кроме генов устойчивости к болезням несет гены, повышающие урожайность зерна и засухоустойчивость за счет увеличения массы корней [10]. В связи с этим селекционеры ищут эффективные комбинации гена *Lr26* с другими *Lr*-генами. Одним из положительных примеров является использование комбинации *Lr19 + Lr26* [6]. Сорта Васса и Баграт не поражаются в фазу всходов. Максимальное поражение сортов бурой ржавчиной в полевых условиях на искусственном инфекционном фоне было отмечено в 2016 году. Сорт Васса был поражен на 50 %, сорт Баграт на 30 % с типом реакции MS. В остальные годы степень поражения не превышала 10 %. Причем появление первых пустул на листовой пластинке у этих сортов приходится на период молочно — восковой и восковой спелости зерна, когда риск недобора урожая от болезни существенно снижается.

У сортов **Гурт**, **Фортуна** и **Лебедь** также выявлен ген *Lr26*. В год передачи на ГСИ сорта Фортуна и Лебедь были устойчивы к патогену, сорт Гурт — умеренно устойчив. У сорта Гурт с момента передачи на ГСИ (2013 г.) до 2015 года степень поражения бурой ржавчиной составляла 10–20 % MR. В 2016 году резко возросла интенсивность поражения при восприимчивом типе реакции. В настоящее время на искусственном инфекционном фоне степень поражения сорта достигает 90 %. Сорт Лебедь с момента районирования (2009 г.) до 2015 года был устойчив к болезни. В 2016 году он перешел в кластер восприимчивых и в настоящее время

степень его поражения варьирует в пределах 60–80 % с восприимчивым типом реакции. Сорт Фортуна сохранял устойчивость в течение семи лет с момента районирования (2006 г.). В 2010 году на сорте были обнаружены пустулы с восприимчивым типом реакции, но степень поражения была в пределах 10 %. В 2013 году поражение болезнью увеличилось до 60 %. В настоящее время степень поражения составляет 30–40 %, в эпифитотийные годы достигнет 80 %.

У сорта **Табор** постулирован неэффективный ген *Lr1*, который рекомендуют использовать в селекции в сочетании с другими генами. Сорт характеризуется как умеренно восприимчивый со степенью поражения от 5 до 30 %. В засушливые годы признаков болезни не наблюдается. Заражение сорта Табор происходит в конце вегетации и медленно, что не наносит вреда урожаю. Продолжительность латентного периода у сорта составляет 15–18 дней. Очевидно, умеренная устойчивость сорта Табор обусловлена наличием дополнительных генетических детерминант, маркеры для которых в настоящее время отсутствуют.

Высококачественный сорт **Сила** на фоне искусственного заражения не поражается бурой ржавчиной. В отдельные годы на нем можно наблюдать единичные пустулы с устойчивым типом реакции на

ким видам ржавчины [7]. Этот сорт восприимчив к бурой ржавчине в фазу проростков, но обладает высокой устойчивостью в фазу взрослого растения. За 10 лет возделывания сорта в производстве, на искусственном инфекционном фоне наблюдали единичное поражение листовой пластинки с устойчивым типом реакции. Высокая устойчивость этого сорта к возбудителю бурой ржавчины позволяет не защищать его фунгицидами.

У сорта **Морозко**, включенного в Госреестр в 2015 году, молекулярный скрининг показал присутствие генов ювенильной (*L1*) и возрастной устойчивости (*Lr37*). Это первый коммерческий сорт в России с такой природой резистентности. Долгое время во всем мире ген *Lr37* был одним из высокоэффективных генов устойчивости взрослого растения [12]. Вирулентность к нему впервые была описана в Австралии в 2002 г. К настоящему времени ген утратил эффективность в Западной Европе в связи с массовым выращиванием сортов — его носителей [16]. В России поражение линии *Tc Lr37* различается по регионам. Поражение сорта Морозко варьирует от 1 до 30 %.

Новые сорта Кавалерка, Видея, Герда, Тимирязевка 150, Собербаш, включенные в Госреестр селекционных достижений РФ в 2019 году, характеризуются как устойчивые и умеренно устойчивые (табл. 2).

**Таблица 2. Характеристика новых сортов озимой мягкой пшеницы по устойчивости к бурой ржавчине, искусственный инфекционный фон**

Сорт	Степень поражения (%) и тип реакции, годы			
	в фазу проростков	в фазу взрослого растения		
		2016	2017	2018
Кавалерка	S	10 R	30 MS	20 MR
Видея	S	5 MR	20 MR	10 MR
Герда	R	1 R	1 R	0
Собербаш	S	10 MR	20 MR	10 R
Тимирязевка 150	S	1R	20 MR	1R

внедрение патогена. Исключение составляет 2016 год, когда степень его поражения достигла 30 %. Надо отметить, что в 2016 году многие устойчивые сорта были поражены бурой ржавчиной в сильной степени. В дальнейшем ряд сортов потеряли устойчивость (Гурт, Лебедь и др.), а такие сорта, как Баграт, Васса, Сила и др., вернулись в кластер устойчивых. Это связано с изменениями генетической структуры популяции возбудителя болезни. В 2016 году популяция патогена отличалась высокой агрессивностью, что привело к таким последствиям. В результате молекулярно-генетического скрининга у сорта Сила не выявлено известных генов устойчивости. Мы предполагаем наличие в сорте гена *LrX*, контролирующего устойчивость к патогену.

У высоко морозостойкого сорта **Юнона** идентифицирован ген или генный локус *Lr34*, который кодирует АТФ-зависимый белковый транспортер, отвечающий за частичную устойчивость к несколь-

Расоспецифическая устойчивость сорта **Герда** обусловлена наличием высокоэффективного в условиях Юга РФ гена *Lr9*. Устойчивую реакцию к бурой ржавчине сорт сохраняет на всех этапах онтогенеза. Кроме того, следует отметить, что одной из родительских форм Герды является сорт Истра, в родословной которого участвовал дикий родич пшеницы — пырей. Сорт Истра несет доминантный ген резистентности *Lrls*, не идентичный известным *Lr*-генам [13]. Известно, что эффект генов расоспецифической устойчивости непродолжителен, они очень быстро теряют свой ценный признак. Можно предположить, что ген *Lrls* продлит эффективность гена *Lr9*.

Сорта **Кавалерка, Видея, Собербаш и Тимирязевка 150** являются примером сортов с возрастной устойчивостью. Возрастная устойчивость характеризуется восприимчивыми инфекционными типами реакций на заражение у проростков и рез-

ко возрастающей эффективностью на следующих за ювенильной стадиях развития растений [7]. Растения перечисленных сортов поражаются в фазу проростков, но проявляют высокую и умеренную устойчивость в фазу взрослого растения.

В условиях нарастания распространенности и вредоносности возбудителя желтой ржавчины пшеницы на Юге РФ классификация сортов по степени поражения имеет важное значение для селекции и осуществления генетического мониторинга резистентности к болезни с целью оптимизации фитосанитарного состояния. Установлено, что сорта озимой пшеницы, созданные в Национальном центре зерна им. П. П. Лукьяненко, характеризуются различным уровнем устойчивости к *P. striiformis* (табл. 3).

**Таблица 3. Кластеры сортов озимой пшеницы селекции НЦЗ им. П. П. Лукьяненко по степени поражения желтой ржавчиной, искусственный инфекционный фон, 2016–2018 гг.**

Кластер, степень поражения		
Высокоустойчивые, до 10 %	Устойчивые, 11–20 %	Умеренно устойчивые, 21–50 %
Виза, Протон, Дмитрий, Есаул, Сила, Бригада, Прасковья, Айвина, Уруп, Алексеич, Герда, Видея, Кавалерка, Илиада, Тимирязевка 150, Собербаш, Ахмат, Гомер	Велена, Веха, Вид, Граф, Дуплет, Маркиз, Морозко, Москвич, Сварог, Табор, Зимница, Утриш, Этнос, Вид, Таня, Калым, Еремеевна	Адель, Безостая 100, Курс, Зимтра, Юнона, ЮМПА, Творец, Трио, Лауреат, Дея, Иришка, Доля, Антонина, Стан, Караван, Степь

Высокой устойчивостью к желтой ржавчине характеризуются новые сорта: Алексеич, Герда, Видея, Кавалерка, Илиада, Собербаш, Тимирязевка 150, Ахмат, Гомер. В условиях жесткой искусственной эпифитотии степень поражения листовой пластинки у них не превышает 5 %.

К устойчивым сортам отнесены Велена, Веха, Вид, Морозко, Сварог, Граф, Маркиз и Дуплет. Широко распространенный сорт Таня имеет высокую полевую устойчивость к желтой ржавчине. Для него характерно медленное накопление инфекции. В эпифитотийные годы степень поражения его не превышает 20 %. Такие сорта при возделывании в производстве будут служить надежным барьером в распространении желтой ржавчины.

Умеренная устойчивость в условиях высокой инфекционной нагрузки отмечена у сортов Безостая 100, Степь, Ваня и Караван.

Среди большого генетического разнообразия современных сортов селекции НЦЗ им. П. П. Лукьяненко, по результатам изучения в полевых условиях на искусственном инфекционном фоне высокой устойчивостью к стеблевой ржавчине обладают Айвина, Афина, Васса, Веда, Вита, Восторг, Дока, Иришка, Коллега, Красота, Курень, Ласточка, Паллада, Утриш, Фортуна. По результатам тестирования краснодарских сортов по устойчивости к Ug99 в 2006 году в международном питомнике, который находится в Кении, отличные результаты показали сорта Красота, Крошка, Юбилейная 100, Старшина, Безостая 1.

В настоящее время мы активизировали работу по изучению генетики устойчивости сортов к возбу-

дителю стеблевой ржавчины, в том числе и современными молекулярно-генетическими методами.

При проведении ПЦР-анализа с использованием молекулярных маркеров в НЦЗ им. П. П. Лукьяненко ген *Sr31* выявлен у многих генотипов. При искусственном заражении они обладают широким спектром реакций на *P. graminis*: от высокоустойчивых (Васса, Дока, Иришка, Утриш, Фортуна и др.) до восприимчивых (Вершина, Лебедь, Таня и др.). Есть сорта со средним уровнем выраженности признака (Первица, Юка), которого достаточно для сдерживания возможных эпифитотий.

Идентификацию генов устойчивости к стеблевой ржавчине методом молекулярного маркирования проводили и в ВИЗР (в отделе иммунитета

растений к болезням под руководством академика РАН Афанасенко О. С.). Ген *Sr25* идентифицирован у сорта Паллада; ген *Sr31* установлен у сортов Аврора, Кавказ, Васса, Восторг, Иришка, Айвина, Красота, Утриш. У сорта Утриш постулирован еще и ген возрастной устойчивости *Sr2*, детерминирующий защиту от Ug99. Ген *Sr39* обнаружен у сорта Сила. Ген *Sr33* установлен у сортов Батько, Юнона, сочетание генов *Sr31* и *Sr33* обнаружено у сорта Дока [1].

### Выводы

Таким образом, в Национальном центре зерна им. П. П. Лукьяненко создано значительное количество сортов, генетически защищенных от заражения ржавчинными болезнями. Для наиболее полной реализации потенциала устойчивости необходима научно обоснованная стратегия использования таких сортов. Она заключается в пространственном или территориальном размещении сортов с различной генетической природой устойчивости в полях севооборота отдельно взятого хозяйства, района, агроландшафта, почвенно-климатической зоны, что позволит разорвать связь хозяина и патогена в пространстве, ограничить ареал распространения возбудителя; большое разнообразие сортов и научно обоснованные частые плановые сортосмены обеспечат нарушение временной связи хозяина и патогена. Территориальные «манёвры» неэффективными генами устойчивости, чередование в пространстве устойчивых и восприимчивых сортов является надежным препятствием для быстрого распространения инфекций, возникновения эпифитотий.



## ЛИТЕРАТУРА

1. Аблова, И. Б. Достижения и перспективы селекции пшеницы на устойчивость к стеблевой ржавчине в Краснодарском НИИСХ им. П. П. Лукьяненко / И. Б. Аблова, Л. А. Беспалова, Ж. Н. Худокормова и др. // Современные проблемы иммунитета растений к вредным организмам, посвященная 125-летию Н. И. Вавилова: материалы Третьей Всероссийской и международной конференции. — Санкт-Петербург, 23–26 октября 2012 г. — С.154–158.
2. Гуляева, Е. И. Методы идентификации генов устойчивости пшеницы к бурой ржавчине с использованием ДНК-маркеров и их характеристика эффективности *Lr*-генов / Е. И. Гуляева. — Санкт-Петербург, 2012. — 71 с.
3. Баранова, О. А. Идентификация генов устойчивости к стеблевой ржавчине у образцов пшеницы коллекции ВИР / О. А. Баранова, Л. А. Михайлова, Н. В. Мироненко, Н. М. Коваленко и др. // Современные проблемы иммунитета растений к вредным организмам, посвященная 125-летию Н. И. Вавилова: материалы Третьей Всероссийской и международной конференции. — Санкт-Петербург, 23–26 октября 2012 г. — С. 63–65.
4. Изучение генетических ресурсов зерновых культур по устойчивости к вредным организмам. Методическое пособие / под ред. Е. Е. Радченко. — Москва, 2008. — 417с.
5. Романенко, А. А. Новая сортовая политика и сортовая агротехника озимой пшеницы / А. А. Романенко, Л. А. Беспалова, И. Н. Кудряшов, И. Б. Аблова. — Краснодар, 2005. — 224 с.
6. Сибикеев, С. Н. Оценка набора интрогрессивных линий яровой мягкой пшеницы селекции НИИСХ Юго-Востока на устойчивость к стеблевой ржавчине Ug 99+Sr 24 (TTKST) / С. Н. Сибикеев, Т. С. Маркелова, А. Е. Дружин и др. // Доклады РАСХН. — 2011. — Т. 2. — С. 3–5.
7. Сколотнева, Е. С. Разнообразие механизмов устойчивости, вовлеченных в многоуровневый иммунитет пшеницы к ржавчинным заболеваниям/Е. С. Сколотнева, Е. А. Салина // Вавиловский журнал генетики и селекции. — 2019. — Т.23. — № 5. — С. 542–550.
8. Dakouri, A. Molecular and phenotypic characterization of seedling and adult plant leaf rust resistance in a world wheat collection / A. Dakouri, B. McCallum, N. Radovanovic, S. Cloutier // Mol. Breeding, 2013, 32, p. 663–677.
9. Gassner, G. Weitere Untersuchungen über die Spezialisierungsverhältnisse des Gelbrostes *Puccinia glumarum* (Schm) Erikss. u. Henn. / G. Gassner, U. Straib // Arb. Biol. Reichsanstalt. 1934. Vol. 21. P. 121–145.
10. Kim, W. Agronomic effect of wheat rye translocation carrying (1R) from different sources / W. Kim, P. Jonson, P. Baenziger et al. // Crop Sci. 2004. V. 44. P. 1254–1258.
11. Mains, E. Physiological specialization in leaf rust of wheat, *Puccinia triticina* Erikss / E. Mains, H. Jackson // Phytopathology. — 1926. — Vol. 16. — P. 89–120.
12. McIntosh, R. Wheat rusts: an atlas of resistance genes / R. McIntosh, C. Wellings, R. Park // Dordrecht: Kluwer Academic Publishers., 1995.
13. McIntosh, R. Catalogue of gene symbols for wheat / R. McIntosh, G. Hart, K. Devos et al. // Proc. 9~ Intern. Wheat Genetics Symp. (Canada 2–7 August 1998). Saskatoon Saskatchewan. — 1998. — V. 5. — P. 99–113.
14. McIntosh, R. Catalogue of gene symbols / R. McIntosh, J. Dubcovsky, W. Rogers et al. // Wheat genetic resources database KOMUGI. 2012. <http://www.shigen.nig.ac.jp/wheat/komugi/genes/download.jsp>.
15. Peterson, R. Adigrammatic scale for estimating rust intensity of leaves and stem of cereals / R. Peterson, A. Campbell, A. Hannah // Canad. J. Res. Sect. — 1948. — Vol. 26. — P. 490–500.
16. Serfling, A. Diagnostic value of molecular for *Lr* genes and characterization of leaf rust resistance of German winter wheat cultivars with regard to the stability of vertical resistance / A. Serfling, I. Kramer, V. Lind et al. // Eur. J. Plant Pathology 2011. V.130. No. 4. P. 559–575.
17. Stakman, E. The determination of biological forms of *Puccinia graminis* on *Triticum* spp. / Stakman E., Levine M. // Minn. Agr. Exp. Stat. Tech. Bull. 1922.

## REFERENCES

1. Ablova, I. B. Achievements and prospects of wheat breeding for resistance to stem rust in Krasnodar research Institute. P. P. Lukyanenko / I. B. Ablova, L. A. Bepalova, Zh. N. Khudokormova et al. // Modern problems of plant immunity to harmful organisms, dedicated to the 125th anniversary of N. I. Vavilov: materials of the Third all-Russian and international conference. — St. Petersburg, October 23–26, 2012 — P. 154–158.
2. Gulyaeva, E. I. Methods of identification of wheat resistance genes to brown rust using DNA markers and their characteristics of LR genes efficiency / E. I. Gulyaeva. — St. Petersburg, 2012. — 71 p.
3. Baranova, O. A. Identification of genes of resistance to stem rust in wheat samples of the VIR collection / O. A. Baranova, L. A. Mikhailova, N. V. Mironenko, N. M. Kovalenko et al. // Modern problems of plant immunity to harmful organisms, dedicated to the 125th anniversary of N. I. Vavilov: materials of the Third all-Russian and international conference. — St. Petersburg, October 23–26, 2012. — P. 63–65.
4. Study of genetic resources of grain crops on resistance to harmful organisms. Methodical manual / under the editorship of E. E. Radchenko. — Moscow, 2008. — 417p.
5. Romanenko, A. A. New varietal policy and varietal agrotechnics of winter wheat / A. A. Romanenko. L. A. Bepalova, I. N. Kudryashov, I. B. Ablova. — Krasnodar, 2005. — 224 p.
6. Sibikeev, S. N. Assessment of a set of introgressive lines of spring soft wheat breeding niiskh South-East for resistance to stem rust Ug 99 + Sr 24 (TTKST) / S. N. Sibikeev, T. S. Markelova, A. E. Druzhin et al. // Reports of RASKHN. — 2011. — T. 2. — P. 3–5.
7. Skolotneva, E. S. Diversity of resistance mechanisms involved in multi-level wheat immunity to rust diseases / E. S. Skolotneva, E. A. Salina // Vavilov journal of genetics and breeding. — 2019. — T. 23. — No. 5. — P. 542–550.

8. Dakouri, A. Molecular and phenotypic characterization of seedling and adult plant leaf rust resistance in a world wheat collection / A. Dakouri, B. McCallum, N. Radovanovic, S. Cloutier // *Mol. Breeding*, 2013, 32, p. 663–677.
9. Gassner, G. Weitere Untersuchungen über die Spezialisierungsverhältnisse des Gelbrostes *Puccinia glumarum* (Schm) Erikss. u. Henn. / G. Gassner, U. Straib // *Arb. Biol. Reichsanstalt.* 1934. Vol. 21. P. 121–145.
10. Kim, W. Agronomic effect of wheat rye translocation carrying (1R) from different sources / W. Kim, P. Jonson, P. Baenziger et al. // *Crop Sci.* 2004. V. 44. P. 1254–1258.
11. Mains, E. Physiological specialization in leaf rust of wheat, *Puccinia triticina* Erikss / E. Mains, H. Jackson // *Phytopathology.* — 1926. — Vol. 16. — P. 89–120.
12. McIntosh, R. Wheat rusts: an atlas of resistance genes / R. McIntosh, C. Wellings, R. Park // Dordrecht: Kluwer Academic Publishers., 1995.
13. McIntosh, R. Catalogue of gene symbols for wheat / R. McIntosh, G. Hart, K. Devos et al. // *Proc. 9<sup>th</sup> Intern. Wheat Genetics Symp. (Canada 2–7 August 1998).* Saskatoon Saskatchewan. — 1998. — V. 5. — P. 99–113.
14. McIntosh, R. Catalogue of gene symbols / R. McIntosh, J. Dubcovsky, W. Rogers et al. // *Wheat genetic resources database KOMUGI.* 2012. <http://www.shigen.nig.ac.jp/wheat/komugi/genes/download.jsp>.
15. Peterson, R. A diagrammatic scale for estimating rust intensity of leaves and stem of cereals / R. Peterson, A. Campbell, A. Hannah // *Canad. J. Res. Sect.* — 1948. — Vol. 26. — P. 490–500.
16. Serfling, A. Diagnostic value of molecular for Lr genes and characterization of leaf rust resistance of German winter wheat cultivars with regard to the stability of vertical resistance / A. Serfling, I. Kramer, V. Lind et al. // *Eur. J. Plant Pathology* 2011. V.130. No. 4. P. 559–575.
17. Stakman, E. The determination of biological forms of *Puccinia graminis* on *Triticum* spp. / Stakman E., Levine M. // *Minn. Agr. Exp. Stat. Tech. Bull.* 1922.

**Людмила Андреевна Беспалова**

Заведующая отделом селекции и семеноводства пшеницы и тритикале  
E-mail: [bespalova\\_l\\_a@rambler.ru](mailto:bespalova_l_a@rambler.ru)

**Ирина Борисовна Аблова**

Заведующая лабораторией селекции на устойчивость к болезням отдела селекции и семеноводства пшеницы и тритикале  
E-mail: [ablova@mail.ru](mailto:ablova@mail.ru)

**Жанна Николаевна Худокормова**

Ведущий научный сотрудник лаборатории селекции на устойчивость к болезням отдела селекции и семеноводства пшеницы и тритикале  
E-mail: [8612227385@mail.ru](mailto:8612227385@mail.ru)

**Ольга Юрьевна Пузырная**

Ведущий научный сотрудник отдела селекции и семеноводства пшеницы и тритикале  
E-mail: [8612226889@mail.ru](mailto:8612226889@mail.ru)

**Геннадий Дмитриевич Набоков**

Ведущий научный сотрудник отдела селекции и семеноводства пшеницы и тритикале  
E-mail: [8612226889@mail.ru](mailto:8612226889@mail.ru)

**Елена Валентиновна Агаева**

Научный сотрудник отдела селекции и семеноводства пшеницы и тритикале  
E-mail: [lena.agaeva.69@bk.ru](mailto:lena.agaeva.69@bk.ru)

**Тархов Александр Сергеевич**

Научный сотрудник лаборатории селекции на устойчивость к болезням отдела селекции и семеноводства пшеницы и тритикале  
E-mail: [tarhan25@mail.ru](mailto:tarhan25@mail.ru)

Все: ФГБНУ «Национальный центр зерна им. П. П. Лукьяненко»  
350012, Краснодар, Центральная усадьба КНИИСХ

**Lyudmila A. Bespalova**

Chief of wheat and triticale breeding and seed production department  
E-mail: [bespalova\\_l\\_a@rambler.ru](mailto:bespalova_l_a@rambler.ru)

**Irina B. Ablova**

Head of laboratory of breeding for diseases resistance of wheat and triticale breeding and seed production department  
E-mail: [ablova@mail.ru](mailto:ablova@mail.ru)

**Zhanna N. Khudokormova**

Leading researcher of laboratory of breeding for diseases resistance of wheat and triticale breeding and seed production department  
E-mail: [8612227385@mail.ru](mailto:8612227385@mail.ru)

**Olga Yu. Puzirnaya**

Leading researcher of wheat and triticale breeding and seed production department  
E-mail: [8612226889@mail.ru](mailto:8612226889@mail.ru)

**Gennady D. Nabokov**

Leading researcher of wheat and triticale breeding and seed production department  
E-mail: [8612226889@mail.ru](mailto:8612226889@mail.ru)

**Elena V. Agaeva**

Scientist of wheat and triticale breeding and seed production department  
E-mail: [lena.agaeva.69@bk.ru](mailto:lena.agaeva.69@bk.ru)

**Alexander S. Tarkhov**

Scientist of laboratory breeding for diseases resistance of wheat and triticale breeding and seed production department  
E-mail: [tarhan25@mail.ru](mailto:tarhan25@mail.ru)

All: National Grain Center by P. P. Lukyanenko  
Central Manor of KNIISKH, Krasnodar, Russia,  
350012

УДК 633.18: 631.559

**М. А. Скаженник**, д-р биол. наук,  
**В. А. Дзюба**, д-р биол. наук, профессор,  
**В. С. Ковалёв**, д-р с.-х. наук, профессор,  
**С. В. Гаркуша**, д-р с.-х. наук, профессор,  
**Е. В. Дубина**, канд. биол. наук,  
**И. Н. Чухирь**, канд. с.-х. наук,  
**Е. Г. Савенко**, канд. биол. наук,  
**Ю. А. Макуха**,  
**Т. С. Пшеницына**,  
 г. Краснодар, Россия

### СОЗДАНИЕ И УЛУЧШЕНИЕ ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА РИСА, УСТОЙЧИВОГО К НИЗКИМ ПОЛОЖИТЕЛЬНЫМ ТЕМПЕРАТУРАМ

*Прорастание семян и образование всходов риса в зоне рисосеяния России чаще всего проходит в условиях пониженных температур, оказывающих отрицательное влияние на эти процессы. Однако у сортов с высокой силой роста семян их воздействие проявляется в меньшей степени. Поэтому создание генотипов с повышенной силой роста семян является одной из важных задач в селекции риса. Целью исследования является создать и оценить исходный материал, устойчивый к низким положительным температурам для использования его при селекции новых холодоустойчивых сортов риса. Для обнаружения признаков локусов генов, связанных с холодоустойчивостью, использовали ранее полученный во ВНИИ риса материал с привлечением доноров холодостойкости от Международного Консорциума по исследованиям риса в странах с умеренным климатом (TRRC). На основе ПЦР-анализа с использованием SSR-маркеров (RM 24545, RM 24569) были отобраны растения гибридов (F5-F8 — поколения) и 7 удвоенных гаплоидных линий риса с доминантными аллелями генов холодостойкости и повторно проведено их фенотипирование в 2018 году. Изучены гибриды F6, F9, удвоенные гаплоидные линии и отобраны растения с хозяйственно ценными признаками*

**Ключевые слова:** рис, сорт, гибрид, холодостойкость, интенсивность роста, морфологические признаки, удвоенные гаплоиды, микросателлитные маркеры

### CREATION AND IMPROVEMENT OF RICE INITIAL STOCK RESISTANT TO LOW POSITIVE TEMPERATURES

*Seed germination and rice seedlings formation in the area of rice growing in Russia of ten takes place under the conditions of low temperatures, influencing negatively on these processes. But the influence of varieties with high vigour of seed growing is less. Thus, release it genotypes of high seed vigour is one of the most important objectives in rice breeding. A research objective is to create and estimate the initial stock resistant to low positive temperatures for use it for breeding of new cold tolerant rice varieties. To find gens, connected with cold resistance, we used initial stock earlier obtained in ARRI with use of donors of cold resistance from TRRC — Temperate Rice Research Consortium. On the of base on PCR analysis with use of SSR markers (RM 24545, RM 24569, RM 1377) screened hybrids plants (F5-F8) and 7 double haploid lines with dominant alleles of cold resistant genes and phenotyping was carried out again in 2018. We studied F6, F9 hybrids of double haploid lines and screened the plants economical valuable traits.*

**Key words:** rice, variety, hybrid, cold tolerance, temperature, germination power, morphobiological traits, double haploid, microsatellite markers.

#### Введение

Рис в России возделывается в самой северной зоне рисосеяния, поэтому культивируются сорта среднеспелые и скороспелые с длиной вегетационного периода 110–120 дней [5]. Однако и эти сорта при ранних посевах нередко подвергаются воздействию низких положительных температур в период получения всходов, что ведет к недостаточной густоте посевов и снижению урожая зерна [1]. Низкая температура является одним из наиболее распространенных экологических стрессов, влияющих на рост и развитие риса в странах умеренного климата [16, 17]. На генотипы с высокой силой роста семян их

воздействие проявляется в меньшей степени. Такие сорта в полевых условиях образуют хорошо развитые оптимальные по густоте всходы, определяющие их повышенную урожайность. Это важнейший показатель качества семян, определяющий их полевую всхожесть. Семена сортов с повышенным содержанием в зародышах жизненно-важных соединений, и, в первую очередь, нуклеиновых кислот, более интенсивно прорастают при недостатке кислорода [2]. Об этом можно судить по скорости их прорастания при температуре 14 °С и длине coleoptily у проростков. Между содержанием нуклеиновых кислот в зародышах у сортов и интенсивностью роста проростков

установлена высокая прямая зависимость. По длине coleoptily, образующегося у прорастающих семян и скорости прорастания в лаборатории физиологии проводится массовая оценка образцов риса на их адаптивность к недостатку кислорода в селекционных целях. Эти количественные параметры являются важными признаками модели перспективных высокоурожайных сортов риса [3].

Исследования, выполненные в 2011–2018 годах во ВНИИ риса, проводили с привлечением холодостойкого материала, полученного от Международного Консорциума по исследованиям риса в странах с умеренным климатом (TRRC) [7–9]. Была проведена гибридизация холодостойких зарубежных образцов риса с сортами российской селекции, получены гибриды и определена их холодостойкость при прорастании в поколениях F<sub>2</sub>–F<sub>5</sub>. Получены удвоенные гаплоидные линии методом культуры пыльников *in vitro*. По результатам ПЦР-анализа с использованием SSR-маркеров выделены линии с доминантными аллелями генов холодостойкости [10]. Эти исследования были направлены на стабилизацию генотипа гибридов, полученных в результате скрещивания между донорами на холодостойкость Jinbubyeo и Odaebueo и раннеспелыми сортами риса российской селекции, Новатор и Серпантин.

#### Цель исследований

Создать и оценить исходный материал, устойчивый к пониженным положительным температурам, для использования его при селекции новых холодоустойчивых сортов риса.

#### Материалы и методы

Исследования выполнены в 2017–2018 гг. во ВНИИ риса с привлечением холодостойкого материала, полученного от Международного Консорциума по исследованиям риса в странах с умеренным климатом. Материалом исследования являются сорта риса: Кубань 3, Северный (российские доноры на холодостойкость), Odaebueo, Jinbubyeo (доноры на холодостойкость из Южной Кореи), предназначенные для использования в качестве родительских особей при гибридизации; гибриды F<sub>5</sub>–F<sub>8</sub>, а также удвоенные гаплоидные линии (отобранные на основе ДНК маркирования в 2017 году) и растения гибридов первого поколения, полученные от скрещиваний в 2011 году.

В лабораторном опыте полученные при температуре +14 °С проростки опытных образцов риса изучали по морфологическим признакам. Оценку холодостойкости проводили по скорости наклёвывания семян, интенсивности роста проростков на 13 сутки [11]. В вегетационном опыте в сосудах проводили изучение гибридов F<sub>5</sub>–F<sub>8</sub> и удвоенных гаплоидных линий с целью отбора растений с положительными хозяйственно-ценными признаками (высота растений не более 90 см, период вегетации не более 125 дней и т.д.). Затем проводили биометрический анализ и статистическую обработку результатов [4, 12].

Отбор метелок, их предобработку, культивирование пыльников и получение удвоенных гаплоидных линий риса осуществлялся по методике, разработанной во ВНИИ риса [6].

Перенос доминантных аллелей холодостойкости каждого гена в потомстве контролировался кодоминантными SSR-маркерами RM 24545, RM 24569, RM 1377. Нуклеотидная последовательность их праймерных пар приведена в таблице 1.

Фрагменты ДНК выделяли из листовой пластинки гибридных растений в фазу цветения, используя метод Маррэя [15]. ПЦР проводили с предварительной оптимизацией её параметров.

Аmplification проводили в реакционном объёме на 25 мкл следующего состава: 10 нг ДНК, 2,5 mM MgCl<sub>2</sub>, 0,2 mM дезокситуклеотидтрифосфатов (dNTPs), 1X ПЦР буфер (50 mM KCl, 10 mM Tris-HCl, pH 9,0, 0,1 % Тритон X-100, 2,5 mM MgCl<sub>2</sub>), 0,25 единицы Taq-полимеразы, а также 0,23 mM каждого праймера.

Параметры ПЦР: 1. Начальная денатурация — 5 минут при 94° С — 1 цикл. 2. 35 циклов: денатурация — 35 сек при 94° С; отжиг праймеров 45 сек при 57° С; синтез 30 сек при 72° С. 3. Синтез 5 мин при 72° С — 1 цикл. Продукты амплификации разделяли методом электрофореза в 8 %-ном полиакриламидном геле. Их визуализацию проводили окрашиванием в 1%-ном растворе этидиума бромидом.

#### Результаты и обсуждение

**Анализ гибридных растений с помощью методов молекулярного маркирования на основе ПЦР.** Для достижения поставленной цели большое значение имеет идентификация и выделение генетической информации, содержащейся в геномной

**Таблица 1. Нуклеотидная последовательность SSR-маркеров на холодоустойчивость**

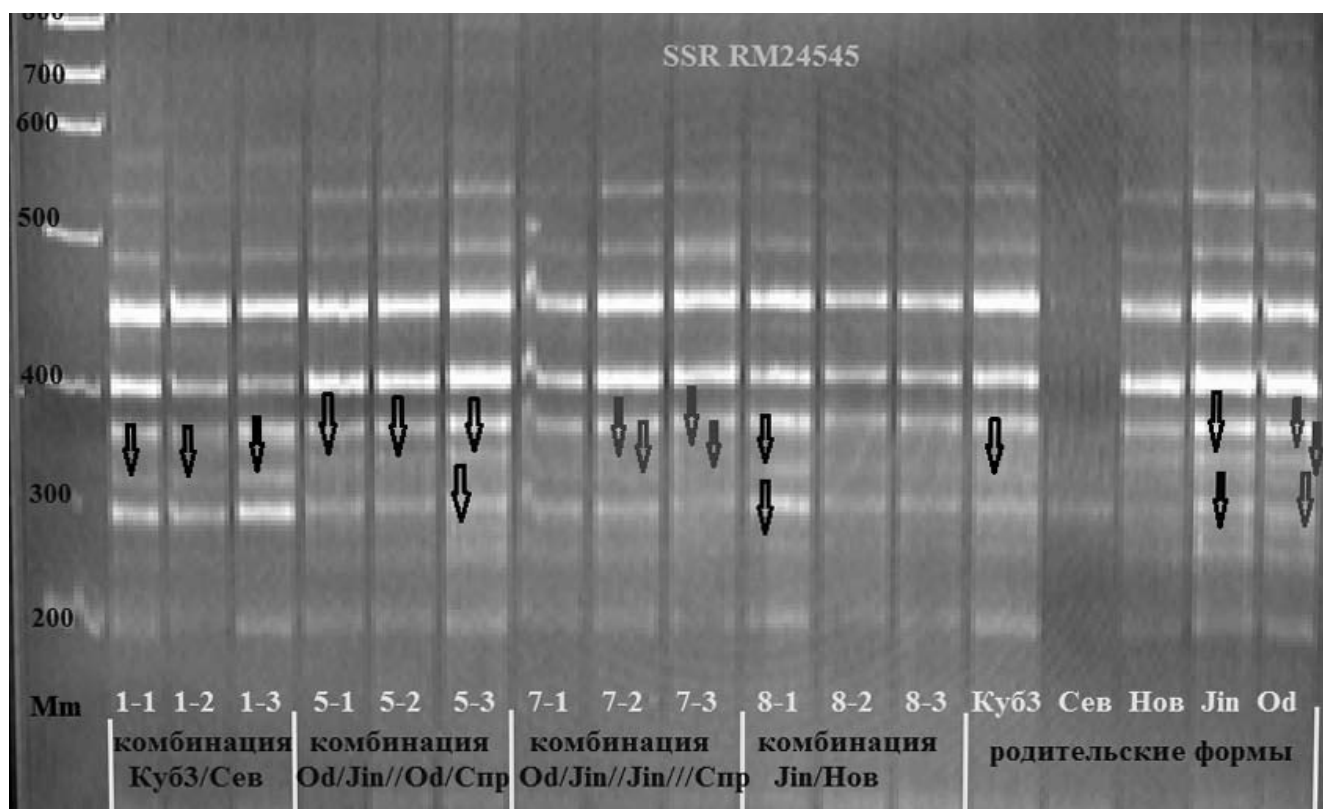
Название маркера	Нуклеотидная последовательность (5' -> 3')
RM 24545	F: 5'-ACAGCACAGCACCCGGAAGG-3'
	R: 5'-CGAGCAACAGGAAGGCGATAAGC-3'
RM 24569	F: 5' GACATTCTCGCTTGCTCCTC-3'
	R: 5'- TGTCCCCTCTAAAACCCTCC-3'
RM 1377	F: 5'-ATTAGATACATCAGCGGGGG-3'
	R: 5'-GCTGCTGTACGATGTGATCC-3'



ДНК риса. Применяются эффективные стратегии селекции с помощью маркеров, включая подходы количественных локусов (QTL) [13, 14]. Использование молекулярных маркеров в селекции растений имеет несколько преимуществ по сравнению с традиционными фенотипическими маркерами, ранее доступными селекционерам. Marker Assisted Selection (MAS) является очень удобной и эффективной стратегией селекции, в которой традиционный селекционный отбор проводится с помощью молекулярных маркеров, связанных с целевыми признаками, а не самих признаков. За отбором следует маркерный генотип, тесно связанный с целевыми характеристиками. SSR-маркеры (простые повторы последовательностей, включая минисателлитные и микросателлитные повторы) могут быть использованы для MAS, чтобы проводить скрининг генотипов растений за короткое время. Обработка этих маркеров на основе ПЦР очень проста и эффективна, что позволяет передачу желаемых генов между сортами и внедрить новые гены из родственных диких видов. По результатам ПЦР-анализа с

использованием SSR-маркеров, тесно сцепленных с признаком холодостойкости, удалось выделить образцы риса, которые в своём генотипе несли донорные аллели целевых генов (рис. 1).

На рисунке 1 представлены результаты ПЦР-анализа гибридов F<sub>6</sub> (образцы 1-1...1-3; 5, 7) и F<sub>9</sub> (образец 8) на идентификацию холодостойких образцов по локусу RM 24545. Из рисунков видно, что растения 1-1...1-3, полученные от скрещивания сортов Кубань 3 × Северный, имеют аллели и ДНК-профиль сорта Кубань 3 (высокорослый сорт). Однако, биометрические характеристики (табл. 2) показывают, что это короткостебельные растения (высота 84–85 см), как сорт Северный, с компактной свечобразной метёлкой и периодом вегетации 108–110 дней. При тестировании в лабораторных условиях на устойчивость к холоду показали себя как резистентные к положительным низким температурам (+14 °С). Гибридные растения 5-1 и 5-2, полученные от ступенчатого скрещивания Odaebyeo × Jinbubyeo // Odaebyeo /// Спринт K2788 имеет в своём генотипе аллели холодоустойчивого сорта



**Рисунок 1. Результаты ПЦР-анализа по локусу RM 24545**

Примечание: Mm — маркер молекулярной массы, 1-1...1-3 — гибридные растения F<sub>6</sub> из гибридной комбинации Кубань 3 × Северный; 5-1...5-3 — гибридные растения F<sub>6</sub> из популяции Odaebyeo × Jinbubyeo // Odaebyeo /// Спринт K2788; 7-1...7-3 — гетерозиготные растения F<sub>6</sub> из гибридной комбинации Odaebyeo × Jinbubyeo // Jinbubyeo /// Спринт K2789; 8-1...8-3 — гибридные растения F<sub>9</sub> из комбинации Jinbubyeo × Новатор; Jin — Jinbubyeo, Od — Odaebyeo — сорта-доноры на холодостойкость; Сев — Северный, Нов — Новатор, Куб3 — Кубань 3 — отечественные сорта риса, участвующие в гибридизации по созданию устойчивых к положительным низким температурам в фазу проростков.

Jinbubyeo, а образец 5-3 ДНК профиль Odaebueo. При тестировании на холод они проявили себя как резистентные к положительным низким температурам. Растения F<sub>6</sub> 7-2 и 7-3, полученные от скрещивания доноров холодоустойчивости (Odaebueo и Jinbubyeo) Odaebueo × Jinbubyeo // Jinbubyeo /// Спринт K2789 имеют ДНК профиль и несут генетическую детерминацию пониженной температуре как у сорта Odaebueo, образец 7-1 — ДНК профиль Jinbubyeo (эти два образца не подходили по фенотипу). Растения F<sub>9</sub> 8-1, полученные от гибридной комбинации сорта-донора Jinbubyeo с отечественным скороспелым сортом Новатор по результатам ПЦР-анализа имеют в своем генотипе устойчивые аллели к низким положительным температурам, как у донора. Они имеют положительные морфологические характеристики и будут переданы на изучение по хозяйственно-ценным признакам в селекционные питомники. Аналогичные исследования проведены по остальным гибридам и по локусу RM 25469. По локусу RM 1377 ни один гибрид не совпадает с ДНК-профилем родительских линий.

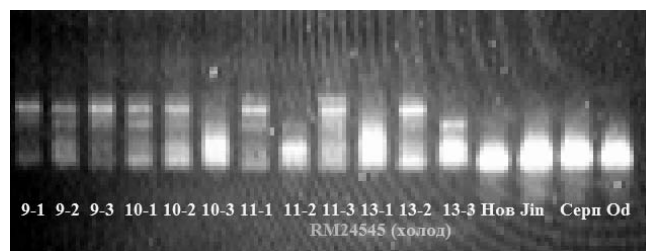
Для повышения технических условий и ускорения получения данных анализа ДНК экспериментальных растений риса нами был апробирован метод визуализации продуктов ПЦР в 2%-ном агарозном геле.

При сравнении SSR-профилей в агарозном геле высокий полиморфизм микросателлитных последовательностей ДНК выявлен также у праймерных пар RM 24545 и RM 569. Результаты апробации представлены на рисунках 2, 3.

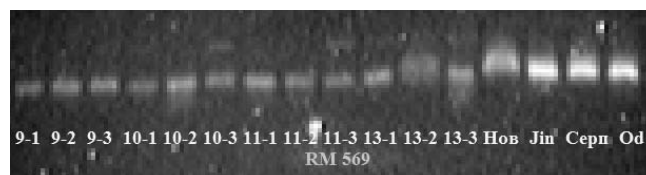
В комбинации Jin × Серпантин только образец № 11-2 и в комбинации Od × Новатор только образец № 13-1 имеют в генотипе донорный аллель, остальные анализируемые гибридные образцы были выбракованы.

В комбинации Серпантин × Jin (короткий) все проанализированные образцы имели в генотипе донорный аллель. В комбинации Серпантин × Jin высокорослый — образец № 10-3 и в комбинации Jin × Серпантин — образец № 11-3 были выбракованы, остальные растения переданы в селекционный процесс для изучения по морфометрическим характеристикам и хозяйственно-ценным признакам. В комбинации Od × Новатор по результатам ПЦР-анализа был отобран образец № 13-2, остальные — выбракованы.

По результатам анализа ДНК среди экспериментальных гибридных растений риса по локусу RM 24545 в комбинации Серпантин × Jin (короткий) был выбракован образец № 9-3. В комбинации Серпантин × Jin (высокорослый) — все проанализированные образцы переданы в селекционный процесс для дальнейшего изучения по хозяйственно-ценным признакам. В комбинации Jin × Серпантин из всех изученных образцов по результатам ПЦР-анализа был выбракован образец № 11-3. В комбинации Jin × Новатор L170 результаты ана-



**Рисунок 2. Результат ДНК-анализа гибридных растений на устойчивость к пониженным положительным температурам в фазу прорастания по локусу RM 24545**



**Рисунок 3. Результат ДНК-анализа гибридных растений на устойчивость к пониженным положительным температурам в фазу прорастания по локусу RM 24569**

лиза ДНК анализируемых гибридных растений показали, что в их генотипе отсутствует донорный аллель, и они были выбракованы. В комбинации Jin × Новатор (L176 короткий, удвоенные гаплоидные линии) все образцы имели аллель приоритета и были отобраны для дальнейшего изучения в селекционном процессе. В комбинации Новатор × Jin L139 образец № 20-2 был выбракован. В комбинации Новатор × Jin L140 — все проанализированные образцы отобраны для изучения по хозяйственно-ценным признакам. В комбинации Кубань 3 × Северный L7 из всех проанализированных гибридных растений образец № 22-2 был выбракован. В комбинации Новатор × Jin образец № 1145 — были отобраны все растения.

В комбинации Кубань 3 × Северный (L7) по результатам анализа ДНК гибридных растений были отобраны все растения для дальнейшего изучения. Образец № 25-1 имеет донорный аллель Кубань 3, а образцы №№ 25-2 и 25-3 — донорный аллель сорта риса Odaebueo. В комбинации Новатор / Jin / Новатор все образцы были выбракованы.

Данные ДНК-анализа согласуются с данными по фенотипу (лабораторные тесты на холодостойкость).

Таким образом, при использовании двух высокополиморфных SSR-маркеров, тесно сцепленных с признаком толерантности к низким положительным температурам проведено четкое генотипическое маркирование проанализированных гибридных растений риса на данный признак и отобраны линии с доминантными аллелями генов холодостойкости, которые переданы в селекционный процесс для изучения по хозяйственно-ценным признакам.

Повышение холодостойкости у отечественных сортов риса в период прорастания семян и образования всходов позволит начинать посев риса в более ранние сроки, используя для вегетации растений благоприятный по температуре период, получать дружные и оптимальные по густоте всходы, что даёт возможность в большей мере реализовать потенциальную продуктивность сортов.

**Изучение гибридов  $F_6$ – $F_9$  и удвоенных гаплоидных линий и отбор форм с хозяйственно-ценными признаками.** Все растения гибридов в 2018

году были проанализированы по признакам: высота растений, число продуктивных стеблей на растении, длина главной метёлки, число колосков, зёрен и пустозерность (табл. 2).

Были определены масса зерна с главной метёлки, масса зерна с боковых метёлок, масса зерна с растения. Определяли массу соломы с растения для вычисления уборочного индекса. Статистическую обработку проводили по двум признакам: числу зёрен с главной метёлки и массе зерна с главной метёлки. Отбор лучших растений по про-

**Таблица 2. Характеристика растений гибридов  $F_6$ ,  $F_9$ , и ДГ линий по основным количественным признакам (вегетационный опыт, 2018 г.)**

Гибрид	Вегетационный период, дни	Высота растений, см	Масса 1000 зерен, г (на с.в.)	Число зерен на метелке, шт.	Пустозёрность, %	Масса зерна, г	
						с гл. метёлки	с растения
<b>гибриды <math>F_6</math></b>							
Кубань 3 / Северный I короткостебельный 1-1	115	82,4	22,00	91,4	8,8	2,67	7,66
Кубань 3 / Северный I короткостебельный 1-3	102	87,0	23,19	78,2	14,6	2,83	6,48
<b>гибриды <math>F_9</math></b>							
Jinbubyeo / Новатор короткостебельный 8-1, 8-2	120	96,7	25,83	84,2	17,1	3,03	6,01
Серпантин / Jinbubyeo короткостебельный 9-1, 9-2	110	101,1	26,74	72,9	18,0	2,69	6,06
Серпантин / Jinbubyeo Высокорослый 10-1, 10-2	110	100,1	27,32	68,2	15,1	2,61	5,15
Jinbubyeo / Серпантин короткостебельный 11-1	115	91,7	23,30	84,8	7,3	2,79	6,60
Jinbubyeo / Серпантин короткостебельный 11-2	116	93,6	22,97	91,4	6,6	2,92	6,53
Jinbubyeo st	124	78,4	25,23	50,1	12,6	1,78	4,95
Odaebueo st	120	86,7	23,45	59,8	4,3	1,95	6,14
<b>удвоенные гаплоидные линии</b>							
Новатор × Jinbubyeo L140 21-1, 21-2	110	82,1	24,40	74,2	26,2	2,28	6,05
Кубань 3 / Северный L7 22-3	116	85,5	21,49	87,2	9,6	2,40	5,83
<b>гибриды</b>							
ВНИИР 6135 Короткостебельный 23-1, 2, 3	108	90,7	26,47	65,7	8,4	2,37	5,01
ВНИИР 6180 Короткостебельный 24-1, 3	118	96,7	26,58	67,2	15,4	2,48	4,94
ВНИИР 40/4-1 Короткостебельный 25-1	110	91,3	25,49	72,9	7,7	2,50	5,99
Новатор / Jinbubyeo // Новатор 1145 короткостебельный 28-3	122	91,5	25,87	53,2	28,7	1,86	6,66
Новатор / Jinbubyeo // Новатор 1145 короткостебельный 29-3	116	94,5	24,02	58,3	14,6	2,05	6,30
НСР <sub>05</sub> вар.		4,3	0,25	1,8	–	0,17	0,30

Таблица 3. Результаты статистической обработки растений гибридов F<sub>4</sub>-F<sub>6</sub> и удвоенных гаплоидных линий

Гибрид	№ п/п	Масса зерна с главной метелки, г		Количество зерен с главной метелки, шт.	
		$\bar{x} \pm S_x$	$\delta$	$\bar{x} \pm S_x$	$\delta$
<b>гибриды F<sub>6</sub></b>					
Кубань 3 / Северный I		2,42 ±0,201	0,64	97,4 ±7,72	24,4
		2,86±0,079	0,25	116,6± 1,99	6,29
		2,63±0,066	0,21	100,5± 2,754	8,71
Кубань 3 / Северный II		2,80±0,072	0,23	102,90± 2,093	6,62
		2,91±0,042	0,13	106,90± 2,137	6,76
		2,71±0,363	1,15	101,0 ±5,192	16,42
<b>гибриды F<sub>9</sub></b>					
Jinbubyeo / Новатор короткостебельный 8-1, 8-2		3,04±0,147	0,46	102,10± 4,528	–
		3,01±1,00	0,30	102,00± 2,327	6,97
Серпантин / Jinbubyeo короткостебельный 9-1, 9-2		2,80 ±0,116	0,37	89,50 ±4,153	13,13
		2,58±0,165	0,52	80,30±4,872	15,41
Серпантин / Jinbubyeo высокорослый 10-1, 10-2		2,59±0,193	0,61	74,4±4,167	13,18
		2,77±0,068	0,21	88,5±1,784	14,21
		2,47±0,136	0,43	79,00±4,266	13,49
Jinbubyeo / Серпантин короткостебельный 11-1		2,68±0,079	0,23	100,40±3,277	10,36
		2,90±0,145	0,46	207,60±5,482	17,33
Jinbubyeo / Серпантин короткостебельный 11-2		2,71±0,09	0,29	103,10±3,365	10,64
		3,27±0,161	0,54	128,30±6,361	20,12
		2,79±0,199	0,63	107,50±8,056	25,47
<b>удвоенные гаплоидные линии</b>					
Новатор × Jinbubyeo L140		2,48±0,089	0,28	27,60±3,159	9,99
		2,25±0,150	0,47	81,10±4,981	15,75
		2,31±0,149	0,47	83,50 ±5,406	17,10
Кубань 3 / Северный L7		2,45±0,114	0,36	98,80±4,267	13,49
		2,37±0,131	0,41	97,80±5,002	15,82
<b>гибриды</b>					
ВНИР 6135		2,36±0,055	0,17	77,60±1,714	5,42
		2,44±0,115	0,36	77,20±3,353	10,60
		2,32±0,104	0,33	82,10 ±3,494	11,05
ВНИР 6180		2,59±0,177	0,56	95,90±4,298	14,84
		2,66±0,143	0,45	76,50 ±2,734	11,71
		2,18±0,131	0,42	85,90±3,472	14,03
ВНИР 40/4-1		2,71±0,102	0,32	95,90±4,298	13,59
		2,29 ±0,055	0,17	76,50 ±2,734	5,48
		2,49±0,096	0,30	85,90 ±3,472	10,98
Новатор / Jinbubyeo // Новатор 1145 28-3		1,89±0,150	0,47	64,00±5,76	18,21
		1,97±0,113	0,36	64,20±4,128	18,21
		1,74±0,128	0,40	57,20±3,431	10,85
Новатор / Jinbubyeo // Новатор 1145 29-3		2,00±0,158	0,50	69,70±5,391	17,05
		2,25±0,126	0,40	79,90±4,196	13,27
		1,90±0,075	0,24	72,50±2,717	8,59



дуктивности проводили с учётом среднего значения числа и массы зерна с метёлки плюс удвоенное значение сигмы (среднее квадратическое отклонение). На основании проведенного отбора и оценки их на холодостойкость, лучшие гибриды изучали в вегетационном опыте в 2019 году с целью повторного отбора. Также в этом опыте изучали гибриды и холодостойкие удвоенные гаплоидные линии, полученные из F<sub>1</sub> гибридов для скрининга растений с хозяйственно-ценными признаками (табл. 2).

В большинстве своем это среднеспелые и среднепозднеспелые образцы с периодом вегетации до 125 дней. Соломина прочная, устойчивая к полеганию, кущение детерминировано и не превышает 3,8 продуктивных стеблей на одно растение. Высота растений большинства растений не достигает 100 см.

Результаты таблицы 2 показывают, что из изученных популяций по программе холодостойкости выделяются гибриды F<sub>6</sub>; гибрид Jinbubyeo / Серпантин II, который имеет массу одной метелки 2,92 грамма, продуктивность растений 6,53 г, массу 1000 зерен 22,97 г и пустозерность 6,6 % и ВНИИР 40/4-1 с массой главной метелки 2,50 г и продуктивностью растения 5,99 г и пустозерностью 7,7 %.

Отбор растений по продуктивности проводили с учётом среднего значения числа и массы зерна с

метёлки плюс удвоенное значение сигмы (среднее квадратическое отклонение) (табл. 3).

Из таблицы 3 видно, что в гибриде F<sub>9</sub> Серпантин / Jinbubyeo по 10 растениям средняя масса зёрен с главной метёлки была 2,80, сигма 0,37. Критерий отбора:  $2,80 + (0,37 \times 2) = 2,80 + 0,74 = 3,54$ . Для каждого растения гибрида F<sub>9</sub> критерий отбора по массе зёрен с метёлки составляет 3,54. Все растения, у которых масса зёрен с метёлки будет больше 3,57, подлежат первоначальному отбору. В этом гибриде из 20 растений отобрано только 4 (4, 5, 12, 20). Эффективность отбора составила 15,0 %. Всего из выбранных популяций, где было 379 растений, отобрали 75 растений, эффективность отбора составила 19,8 %. В селекционном питомнике 2019 года изучались эти же гибридные растения и отобрано 210 метелок для селекционного питомника 2020 года.

Проведена оценка отобранных растений риса на холодоустойчивость в фазу прорастания семян при использовании значений признаков: скорости прорастания семян и интенсивности роста проростков. Морфологические признаки проростков представлены в таблице 4.

Как видно, полученные формы различались по величине проростка на 13 сутки, которая варьировала от 0,52 до 1,00 см, а скорость прорастания изменялась от 5,76 до 8,54 суток. По этим признакам

**Таблица 4. Морфологические признаки проростков гибридов и удвоенных гаплоидных линий и их связь с холодостойкостью (при температуре 14° С)**

Линия	Величина проростка на 13 сутки, см	Продолжительность прорастания в сутках	Оценка на холодостойкость в баллах
<b>гибриды F<sub>6</sub></b>			
Кубань 3 / Северный I	0,80	6,08	4
Кубань 3 / Северный II	0,70	7,33	3
<b>гибриды F<sub>9</sub></b>			
Jinbubyeo / Новатор	0,64	6,88	3
Серпантин / Jinbubyeo I	0,80	6,25	4
Серпантин / Jinbubyeo II	0,80	5,76	4
Jinbubyeo / Серпантин I	0,52	8,54	3
Jinbubyeo / Серпантин II	0,50	8,31	3
<b>удвоенные гаплоидные линии</b>			
Новатор Jinbubyeo L140	0,99	6,08	4
Кубань 3 / Северный L7	1,00	6,46	4
<b>гибриды</b>			
ВНИР 6135	0,90	5,92	4
ВНИР 6180	0,80	6,64	4
ВНИР 40/4-1	0,81	6,86	4
Новатор / Jinbubyeo//Новатор I/1145	0,80	6,38	4
Новатор / Jinbubyeo//Новатор II/1145	0,82	6,24	4
Кубань 3 st	0,98	6,38	4
НСР <sub>05</sub> вар.	0,22	0,61	–

большинство форм близки к контролю. Поэтому отобранные формы включены в исходный материал по созданию холодостойких сортов риса.

### Выводы

1. По результатам ПЦР-анализа с использованием SSR-маркеров (RM 24545, RM 24569) отобраны формы риса с доминантными аллелями генов холодостойкости: F<sub>6</sub> — Кубань 3 / Северный I и II; F<sub>9</sub> — Jinbubyeo / Новатор; Серпантин / Jinbubyeo; Jinbubyeo / Серпантин; гибриды — Новатор / Jinbubyeo // Новатор 1145;

ВНИИР 40/4-1 (сорт Престиж); ВНИИР 6135 и ВНИИР 6180; удвоенные гаплоидные линии: Кубань 3 / Северный L7; Новатор / Jinbubyeo L140. По локусу RM 1377 ни один гибрид не совпадает с ДНК-профилем родительских линий.

2. Проведён отбор растений гибридов F<sub>6</sub>-, F<sub>9</sub> и удвоенных гаплоидных линий по статистическим критериям. Отобранные растения с хозяйственно-ценными признаками высеяны в селекционном питомнике в 2019 году.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Воробьев, Н. В. Физиологические основы прорастания семян риса и пути повышения их всхожести / Н. В. Воробьев — Краснодар, 2003. — 116 с.
2. Воробьев, Н. В. Физиологические основы формирования урожая риса / Н. В. Воробьев — Краснодар: Просвещение-Юг, 2013. — 405 с.
3. Воробьев, Н. В. Продукционный процесс у сортов риса / Н. В. Воробьев, М. А. Скаженник, В. С. Ковалев. — Краснодар: Просвещение-Юг, 2011. — 199 с.
4. Дзюба, В. А. Многофакторные опыты и методы биометрического анализа экспериментальных данных / В. А. Дзюба — Краснодар, 2007. — 76 с.
5. Костылев, П. И. Северный рис / П. И. Костылев, А. А. Парфенюк, В. И. Степовой. — Ростов-на-Дону: ЗАО Книга, 2004. — 576 с.
6. Мылышева, Н. Н. Получение, оценка и отбор дигаплоидных линий риса с хозяйственно ценными признаками / Н. Н. Мылышева, Е. Г. Савенко, В. А. Глазырина, Л. А. Шундрин // Рисоводство. — 2012. — № 2(21). — С. 14–18.
7. Скаженник, М. А. Создание холодостойкого исходного материала для селекции риса в рамках Консорциума стран с умеренным климатом / М. А. Скаженник, Н. В. Воробьев, В. А. Дзюба, И. Н. Чухирь, Т. С. Пшеницына // Зерновое хозяйство России. — 2013. — № 3(27). — С. 11–15.
8. Скаженник, М. А. Создание холодостойкого исходного материала риса для селекции сортов в рамках Консорциума стран с умеренным климатом / М. А. Скаженник, Н. В. Воробьев, В. А. Дзюба., И. Н. Чухирь Е. Г. Савенко., Т. С. Пшеницына // Зерновое хозяйство России. — 2014. — № 5(35). — С. 11–17.
9. Скаженник, М. А. Создание исходного материала риса устойчивого к низким положительным температурам в рамках консорциума стран с умеренным климатом / М. А. Скаженник, В. А. Дзюба, Е. В. Дубина Н. Н. Мылышева., И. Н. Чухирь, Т. С. Пшеницына, Е. Г. Савенко, В. А. Глазырина, Л. А. Шундрин, О. Ю. Моторная, О. Г. Божко // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования: материалы XI Международного симпозиума. — Пуццино. — 2015. — С. 366–369.
10. Скаженник, М. А. Использование ДНК-технологий для создания и улучшения исходного материала при селекции холодоустойчивых сортов риса / М. А. Скаженник, В. А. Дзюба, С. Ковалев, Е. В. Дубина, И. Н. Чухирь Е. Г. Савенко, Т. С. Пшеницына // Зерновое хозяйство России, 2016, № 5(47), С. 22–28.
11. Скаженник, М. А. Методы физиологических исследований в рисоводстве / М. А. Скаженник, Н. В. Воробьев, О. А. Досеева // Краснодар, 2009. — 24 с.
12. Сметанин, А. П. Методики опытных работ по селекции, семеноводству, семеноведению и контролю за качеством семян риса / А. П. Сметанин, В. А. Дзюба, А. И. Апрод // Краснодар, 1972. — 156 с.
13. Ashikari, M. Application of rice genomics to plant biology and breeding / M. Ashikari, M. Matsuoka // Bot. Bull. Acad. Sin. — 2002. — V. 43. — P. 1–11.
14. Liang, Y. QTL and QTL networks for cold tolerance at the reproductive stage detected using selective introgression in rice / Y. Liang, Meng L., X. Lin, Y. Cui, Y. Pang, J. Xu, Z. Li // PLoS ONE. — 2018. — V. 13(9): e0200846. <https://doi.org/10.1371/journal.pone0200846>.
15. Murray, M. G. Rapid isolation of high molecular weight plant DNA / M. G. Murray, W. F. Thompson // Nucleic Acids Research. — 1980. — № 10. — P. 4321–4325.
16. Zhang, F. Genome-wide response to selection and genetic basis of cold tolerance in rice (*Oryza sativa* L.) / F. Zhang, X. F. Ma, Y. M. Gao, H. B. Hao, Z. K. Li // BMC Genet. — 2004. — V. 15. — P. 55. <https://doi.org/10.1186/1471-2156-15-55> PMID: 24885138.
17. Zhu, J. H. Interplay between cold-responsive gene regulation metabolism and RNA processing during plant cold acclimation / J. H. Zhu, C. H. Dong, J. K. Zhu // Curr Opin Plant Biol. — 2007. — V. 10. — P. 290–295. <https://doi.org/10.1016/j.pbi.2007.04.010> PMID: 17468037.

### REFERENCES

1. Vorobyev, N. V. The physiological basis of rice seeds germination and ways to increase their germination / N. V. Vorobyev — Krasnodar, 2003. — 116 p.
2. Vorobyev, N. V. The physiological basis of rice yield formation / N. V. Vorobyev — Krasnodar: Prosveschenie-Yug, 2013. — 405 p.
3. Vorobyev, N. V. The production process in rice varieties / N. V. Vorobyev, M. A. Skazhennik, V. S. Kovalev. — Krasnodar: Prosveschenie-Yug, 2011. — 199 p.

4. Dzyuba, V. A. Multifactorial experiments and methods of biometric analysis of experimental data / V. A. Dzyuba — Krasnodar, 2007. — 76 p.
5. Kostylev, P. I. Northern rice / P. I. Kostylev, A. A. Parfenyuk, V. I. Stepovoy. — Rostov-on-Don: ZAO Kniga, 2004. — 576 p.
6. Malysheva, N. N. Obtaining, evaluation and selection of dihaploid rice lines with economically valuable traits / N. N. Malysheva, E. G. Savenko, V. A. Glazyrina, L. A. Shundrina // Rice growing. — 2012. — No. 2 (21). — p. 14–18.
7. Skazhennik, M. A. Development of cold-tolerant source material for rice breeding within the framework of Temperate Rice Research Consortium / M. A. Skazhennik, N. V. Vorobyev, V. A. Dzyuba, I. N. Chukhir, T. S. Pshenitsyna // Grain Economy of Russia. — 2013. — No. 3 (27). — p. 11–15.
8. Skazhennik, M. A. Development of cold-tolerant rice source material for breeding varieties within the framework of Temperate Rice Research Consortium / M. A. Skazhennik, N. V. Vorobyev, V. A. Dzyuba, I. N. Chukhir, E. G. Savenko., T. S. Pshenitsyna // Grain Economy of Russia. — 2014. — No. 5 (35). — p. 11–17.
9. Skazhennik, M. A. Development of rice source material resistant to low positive temperatures in the framework of Temperate Rice Research Consortium. M. A. Skazhennik, V. A. Dzyuba, E. V. Dubina, N. N. Malysheva, I. N. Chukhir, T. S. Pshenitsyna, E. G. Savenko, V. A. Glazyrina, L. A. Shundrina, O. Yu. Motornay, O. G. Bozhko // New and unconventional plants and prospects for their use: Proceedings of the XI International Symposium. — Pushchino. — 2015. — p. 366–369.
10. Skazhennik, M. A. Use of DNA technologies to develop and improve source material for breeding cold-resistant rice varieties / M. A. Skazhennik, V. A., Dzyuba, V. S. Kovalev, E. V. Dubina, I. N. Chukhir, E. G. Savenko, T. S. Pshenitsyna // Grain Economy of Russia, 2016, No. 5 (47), p. 22–28.
11. Skazhennik, M. A. Methods of physiological studies in rice growing / M. A. Skazhennik, N. V. Vorobyev, O. A. Doseeva // Krasnodar, 2009. — 24 p.
12. Smetanin, A. P. Methods of experimental work on breeding, seed production, seed studies and quality control of rice seeds / A. P. Smetanin, V. A. Dzyuba, A. I. Aprod // Krasnodar, 1972. — 156 p.
13. Ashikari, M. Application of rice genomics to plant biology and breeding / M. Ashikari, M. Matsuo // Bot. Bull. Acad. Sin. — 2002. — V. 43. — P. 1–11.
14. Liang, Y. QTL and QTL networks for cold tolerance at the reproductive stage detected using selective introgression in rice / Y. Liang, Meng L., X. Lin, Y. Cui, Y. Pang, J. Xu, Z. Li // PLoS ONE. — 2018. — V. 13(9): e0200846. <https://doi.org/10.1371/journal.pone0200846>.
15. Murray, M. G. Rapid isolation of high molecular weight plant DNA / M. G. Murray, W. F. Thompson // Nucleic Acids Research. — 1980. — № 10. — P. 4321–4325.
16. Zhang, F. Genome-wide response to selection and genetic basis of cold tolerance in rice (*Oryza sativa* L.) / F. Zhang, X. F. Ma, Y. M. Gao, H. B. Hao, Z. K. Li // BMC Genet. — 2004. — V. 15. — P. 55. <https://doi.org/10.1186/1471-2156-15-55> PMID: 24885138.
17. Zhu, J. H. Interplay between cold-responsive gene regulation metabolism and RNA processing during plant cold acclimation / J. H. Zhu, C. H. Dong, J. K. Zhu // Curr Opin Plant Biol. — 2007. — V. 10. — P. 290–295. <https://doi.org/10.1016/j.pbi.2007.04.010> PMID: 17468037.

**Михаил Александрович Скаженник**

Заведующий лабораторией физиологии

E-mail: sma\_49@mail.ru

**Владимир Алексеевич Дзюба**

Главный научный сотрудник

**Виктор Савельевич Ковалев**

Заместитель директора ФГБНУ «ВНИИ риса»

**Сергей Валентинович Гаркуша**

Директор

**Елена Викторовна Дубина**

Заведующая лабораторией информационных, цифровых и биотехнологий

**Ирина Николаевна Чухирь**

Руководитель группы исходного материала

**Елена Георгиевна Савенко**

Заведующая лабораторией биотехнологии молекулярной биологии

**Юлия Александровна Макуха**

Аспирант

**Татьяна Семеновна Пшеницына**

Старший научный сотрудник лаборатории физиологии

Все: ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт риса»

350921, Краснодар, пос. Белозерный, 3

**M. A. Skazhennik**

Head of the Laboratory of Physiology

E-mail: sma\_49@mail.ru

**Vladimir Alekseevich Dzuba**

Principal researcher

**Victor Savelevich Kovalyov**

Deputy director

**Sergey Valentinovich Garkusha**

The director

**Elena V. Dubina**

Head of the Laboratory of Information, Digital and Biotechnology

**I. N. Chukhir**

The head of initial stock group

**Elena G. Savenko**

Head of the laboratory of biotechnology and molecular biology

**Makukha Julia Alexandrovna**

Graduate student

**Tatyana Semenovna Pshenitsyna**

Senior Researcher of the Laboratory of Physiology

All: FSBSI «All-Russian research Institute of rice»  
Belozerny village, 3, Krasnodar, Russian Federation,  
350921

УДК 631.811.98:631.559.2:633.181

**А. Я. Барчукова**, канд. с.-х. наук,  
**Н. В. Чернышева**, канд. биол. наук,  
**В.А. Ладатко**, канд. с.-х. наук,  
 г. Краснодар, Россия

### ВЛИЯНИЕ ПРЕПАРАТА МЕЛАФЕН НА РОСТ РАСТЕНИЙ, УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА РИСА

В условиях полевого опыта изучено влияние разных доз и способов применения регулятора роста Мелафен на изменение морфо-физиологических признаков растений, урожайность и качество зерна риса. Показано, что обработка препаратом семян и растений в фазу всходов активизирует ростовые и формообразовательные процессы. Под действием Мелафена происходит повышение полевой всхожести семян (на 3,2–4,6 %) и выживаемости растений, увеличение высоты растений (на 4,2–11,9 % в фазу всходов на 3,8–5,5 % в цветение), и накопление ими большей биомассы. Значительное влияние испытываемый препарат оказывает на формирование фотосинтетического аппарата, не только увеличивая число и площадь листьев, но и замедляя их старение и отмирание. Стимулируя побегообразование и способствуя формированию более крупных по длине и озерненности метелок, Мелафен обеспечивает в конечном итоге повышение урожайности на 6,1–8,5 ц/га. При этом зерно опытных вариантов характеризовалось лучшими технологическими показателями. Для получения высокого урожая зерна риса хорошего качества необходимо перед посевом обрабатывать семена риса раствором препарата Мелафен в концентрации  $1 \cdot 10^{-7}$  % (расход рабочего раствора — 10 л/т) с последующей обработкой растений в фазу всходов раствором этого препарата в концентрации  $1 \cdot 10^{-9}$  % (расход рабочего раствора — 300 л/га).

**Ключевые слова:** рис, регулятор роста, мелафен, площадь листьев, биомасса, урожайность, качество зерна.

### IMPACT OF MELAFEN ON PLANT GROWTH, YIELD AND RICE GRAIN QUALITY

Under field conditions, the effect of different doses and methods of using the Melafen growth regulator on the change in the morphological and physiological characteristics of plants, the yield and rice grain quality was studied. It has been shown that treatment of seeds and plants with the preparation in the seedling phase activates growth and morphogenesis. Under the influence of Melafen, there is an increase in field germination of seeds (by 3.2–4.6 %) and plant vigor, an increase in plant height (by 4.2–11.9 % in the seedling phase by 3.8–5.5 % in flowering), and their accumulation of greater biomass. The tested preparation has a significant effect on the formation of the photosynthetic apparatus, not only increasing the number and area of leaves, but also slowing down their aging and dying. By stimulating shoot formation and promoting the formation of panicles larger in length and grain content, Melafen ultimately provides an increase in yield of 6.1–8.5 c / ha. At the same time, the grain of the experimental variants was characterized by the best technological indicators. To obtain a high yield of good quality rice grain, it is necessary to process rice seeds with a Melafen solution at a concentration of  $1 \cdot 10^{-7}$  % (working solution consumption — 10 l / t) before sowing, followed by processing the plants in the seedling phase with a solution of this preparation at a concentration of  $1 \cdot 10^{-9}$  % (consumption of working solution — 300 l / ha).

**Key words:** rice, growth regulator, melafen, leaves area, biomass, yield, grain quality.

#### Введение

Рис отличается от других сельскохозяйственных культур своей гидрофильностью, поэтому возделывается с затоплением полей слоем воды, который не только отвечает биологическим требованиям риса, но и создает для его роста благоприятный микроклимат. Кроме того, слой воды способствует лучшему развитию корневой системы, улучшению условий минерального питания, способствует борьбе со многими сорняками, допускает длительное и бесменное возделывание, хотя изначально считалось что длительное возделывание риса приводит к заболачиванию почв, вымыванию из нее питательных веществ, созданию для риса ядовитой среды обитания [1, 2, 3, 4]. Поэтому не все всходы, полученные в результате проращивания семян, сохраняются, часть их отмирает

из-за низкой жизнеспособности, часть уничтожается глубоким слоем воды при борьбе с просянками, а часть погибает под действием сероводорода и перекиси водорода, выделяющихся в результате протекания окисно-закисных процессов при заливе почвы водой.

Учитывая, что препарат Мелафен разлагает перекись водорода, становится очевидным, что с одной стороны губительное действие его на проростки существенно снижается, с другой — дополнительно выделенный кислород, в результате разложения перекиси, способствует возникновению достаточной энергии для синтеза химических соединений: аминокислот, нуклеиновых кислот, пуриновых и пиримидиновых оснований, необходимых для образования тканевых белков, без которых невозможно деление клеток и образование мери-



стем, а, следовательно, и более активный рост проростков.

### **Цель исследований**

Изучить эффективность применения препарата Мелафен на посевах риса.

### **Материалы и методы**

Исследования проводили в 2015–2016 гг. в условиях полевого опыта на рисовой оросительной системе ФГБНУ «ВНИИ риса». Схема опыта включала следующие варианты:

1. Контроль — без обработки.
2. Обработка семян Мелафеном ( $1 \cdot 10^{-6}$  % раствор).
3. Обработка Мелафеном семян ( $1 \cdot 10^{-6}$  % раствор) и растений в фазу всходов ( $1 \cdot 10^{-9}$  % раствор).
4. Обработка семян Мелафеном ( $1 \cdot 10^{-7}$  % раствор).
5. Обработка Мелафеном семян ( $1 \cdot 10^{-7}$  % раствор) и растений в фазу всходов ( $1 \cdot 10^{-9}$  % раствор).

Предшественник — рис. Способ сева — рядовой, норма высева — 7,0 млн. всхожих зерен на 1 га. Режим орошения — укороченное затопление. Эффективность вариантов опыта оценивалась на фоне неполного минерального удобрения  $N_{127}P_{52}$  кг д.в./га. Используемые удобрения: карбамид, аммофос. Учетная площадь делянки — 16,5 м<sup>2</sup> (длина — 10,0 м, ширина — 1,65 м), повторность — четырехкратная, размещение делянок — систематическое. Обработку семян регулятором роста осуществляли вручную полусухим способом, а растений — ручным опрыскивателем из расчета расхода рабочей жидкости 10 л/т и 300 л/га соответственно. В контрольном варианте семена и растения обрабатывали водой. Объект исследования — среднеспелый сорт риса Диамант.

Под действием препарата Мелафен, состоящего из меламиновой соли бис (оксиметил) фосфонової кислоты, в растениях увеличивается содержание каталазы, регулирующей окислительно-восстановительные процессы в растениях и защищающей живые организмы от повреждения перекисью водорода. Применение препарата Мелафен в технологии возделывания сельскохозяйственных культур приводит не только к увеличению урожайности, но и улучшению качества продукции [5].

В фазу полных всходов и перед уборкой на закрепленных площадках подсчитывали густоту стояния растений. В фазу полной спелости отбирали модельные снопы для биометрического анализа урожая и определения технологических показателей качества зерна риса [6].

Уборку урожая проводили в фазу полной спелости методом сплошного обмолота каждой делянки рисоуборочным комбайном KUKJE KC 575 с последующим приведением данных к стандартной влажности и чистоте.

В фазы кущения и цветения проводили отбор растений, у которых определяли высоту; количество и площадь листьев с использованием порта-

тивного счетчика площади листьев LI-3100 оборудованного транспортером листьев LI-3050 (LI-COR, США), сырую и сухую массу надземных органов гравиметрическим методом [7].

Полученные данные обрабатывали методом дисперсионного анализа в программе STATISTICA 6.0 [8].

### **Результаты и обсуждение**

Обработка семян, а также совместная обработка семян и растений препаратом Мелафен активизирует рост растений риса. Данные таблицы 1 показывают, что прирост высоты растений опытных вариантов к контролю составил 4,2–11,9 % в кущение и 3,8–5,5 % в цветение. Снижение темпов прироста высоты растений в конце указанного периода связано с тем, что рост растений риса к этому времени прекращается.

Под действием регулятора роста растения накапливали больше биомассы — на 37,6–52,2 % в кущение и 24,3–45,4 % в цветение. Прирост биомассы за изучаемый межфазный период составил 2,5–2,8 раза. По мере роста растений в них увеличивался процент сухого вещества от 19,1–21,6 в кущение до 29,8–31,9 в цветение. Наиболее высокие значения показателей роста отмечены в вариантах с применением препарата Мелафен на семенах и растениях.

Величина биологического урожая посевов определяется скоростью формирования и конечными размерами фотосинтетической поверхности. Листья риса по своим функциям подразделяются на 3 группы: низовые — снабжают пластическими веществами корни и пазушные почки; срединные — обеспечивают формирование колосков на метелке; верховые — накапливают запасные вещества в эндосперме и поставляют их зародышу [9]. Исходя из этого, несомненный интерес представляют данные об изменении размера фотосинтетического аппарата.

В зависимости от способа применения Мелафена число и площадь листьев увеличились 10,8–29,2 и 23,3–43,3 % в кущение и 15,2–30,4 и 18,2–41,8 % в цветение соответственно (табл. 2).

Как известно в период «кущение — цветение» происходит активное старение и отмирание листьев нижнего и среднего ярусов, однако за счет большей площади отдельных листьев верхнего яруса, снабжающих продуктами фотосинтеза репродуктивные органы, ассимилирующая поверхность растений к фазе цветения увеличилась на 62,7–73,1 %. При этом следует отметить, что препарат Мелафен, особенно при совместной обработке им семян ( $1 \cdot 10^{-7}$  % р-р) и растений ( $1 \cdot 10^{-9}$  % р-р), сдерживает старение и отмирание листьев.

Урожай зерна обусловлен тремя основными компонентами: числом растений на единице площади, числом зерен на растении и массой 1000 зерен. Указанные элементы урожайности в процессе онтогенеза формируются постепенно. Причем, при недостаточном формировании предыдущего эле-

Таблица 1. Влияние препарата Мелафен на рост растений риса

Вариант	Кущение			Цветение		
	высота растений, см	надземная биомасса, г/растение		высота растений, см	надземная биомасса, г/растение	
		сырая	сухая		сырая	сухая
1	51,7	5,86	1,12	80,6	10,49	3,13
2	53,9	7,19	1,54	83,7	12,46	3,89
3	56,7	7,87	1,63	84,8	13,89	4,43
4	54,2	7,35	1,59	83,9	13,28	4,20
5	57,9	8,16	1,70	85,0	14,29	4,55
HCP <sub>05</sub>	1,93	0,25	0,05	2,91	0,43	0,13

Таблица 2. Влияние препарата Мелафен на размеры листового аппарата риса

Вариант	Кущение		Цветение	
	число листьев, шт./растение	площадь листьев, см <sup>2</sup> /растение	число листьев, шт./растение	площадь листьев, см <sup>2</sup> /растение
1	6,5	49,4	4,6	85,5
2	7,2	60,9	5,3	101,1
3	7,9	69,5	5,8	117,6
4	7,6	67,3	5,5	109,5
5	8,4	70,8	6,0	121,2
HCP <sub>05</sub>	0,3	2,1	0,2	3,6

мента урожайности усиливается развитие последующего [10].

Значительное влияние на величину урожайности оказывает густота стояния растений и выживаемость их к уборке.

Из данных таблицы 3 видно, что предпосевная обработка семян риса препаратом Мелафен приводит к увеличению густоты стояния растений как в фазу всходов, так и перед уборкой. Причем, абсолютные значения изучаемых показателей в значительной степени зависели от концентрации раствора испытуемого препарата и кратности его применения. Так в сравнении с контролем густота стояния растений в фазу всходов возросла на 9,9 и 14,3 % (при обработке семян Мелафеном в концентрации  $1 \cdot 10^{-6}$  % и  $1 \cdot 10^{-7}$  %), а перед уборкой на 18,3 и 26,1 % (при сочетании обработки семян и растений). В фазу полной спелости зерна густота стояния растений была максимальной в варианте 5 с обработкой регулятором роста семян ( $1 \cdot 10^{-7}$  % р-р) и растений ( $1 \cdot 10^{-9}$  % р-р), превысив контроль на 26,1 %. Посевы этого варианта характеризовались и наибольшей выживаемостью растений.

Известно, что основное количество запасных веществ, отложенных в зерновках, — это продукты фотосинтеза верхних листьев. Учитывая, что препарат Мелафен усиливает ассимиляционные процессы, протекающие в растениях, применение его в технологии возделывания риса должно оказывать

влияние и на формирование элементов структуры урожая.

Приведенные в таблице 4 данные показывают, что препарат Мелафен стимулирует побегообразование и способствует формированию более крупных по длине (14,6–15,6 см, в контроле — 13,9 см) и озерненности метелок. Наибольшая масса зерна с растения отмечена в варианте 5 с обработкой препаратом Мелафен семян ( $1 \cdot 10^{-7}$  % р-р) и растений ( $1 \cdot 10^{-9}$  % р-р) (2,83–3,36 г, в контроле — 2,50 г/растение).

Рациональное расходование продуктов фотосинтеза на образование достаточного числа зерновок и их массы положительно сказалось на урожайности и технологических показателях качества зерна риса.

Анализ данных таблицы 5 показывает, что в вариантах с применением Мелафена прибавка урожая составила 8,9–12,4 %. Максимальной она была в варианте с последовательной обработкой семян ( $1 \cdot 10^{-7}$  % р-р) и растений в фазу всходов ( $1 \cdot 10^{-9}$  % р-р).

Установлено также, что применение регулятора роста способствовало улучшению технологических показателей качества зерна, а именно — формированию более крупного и выполненного зерна (натура — 553,7–561,1, в контроле — 533,1 г; масса 1000 зерен — 27,4–28,4 и 26,8 г соответственно) с высокой стекловидной консистенцией (94,0–96,1, в кон-

Таблица 3. Влияние препарата Мелафен на густоту стояния и выживаемость растений риса к уборке

Вариант	Густота стояния растений, шт./м <sup>2</sup>		Полевая всхожесть, %	Выживаемость растений, %
	по всходам	перед уборкой		
1	226,5	185,5	32,4	81,9
2	249,0	219,5	35,6	88,2
3	250,0	224,0	35,7	89,6
4	258,5	228,2	36,9	88,3
5	259,0	234,0	37,0	90,3
НСР <sub>05</sub>	8,5	7,9		

Таблица 4. Влияние препарата Мелафен на формирование структурных элементов урожая

Вариант	Кустистость, шт./растение		Длина метелки, см	Число колосков, шт./растение		Масса, г/растение		Отношение зерно/ солома
	общая	продуктивная		всего	стерильных	зерна	соломы	
1	1,2	1,0	13,9	110,6	16,9	2,50	3,21	0,78
2	1,5	1,3	14,6	123,4	20,2	2,83	3,29	0,86
3	1,7	1,5	15,3	130,1	19,5	3,14	3,53	0,89
4	1,6	1,4	14,8	128,9	19,8	3,05	3,47	0,88
5	1,8	1,6	15,6	135,0	18,0	3,36	3,69	0,91
НСР <sub>05</sub>	0,1	0,1	0,5	4,3	0,6	0,10	0,12	

Таблица 5. Влияние препарата Мелафен на урожайность и качество зерна риса

Вариант	Урожайность, ц/га	Прибавка к контролю		Натура, г/л	Масса 1000 зерен, г	Пленчатость, %	Стекловидность, %	Трещиноватость, %
		ц/га	%					
1	68,6	–	–	533,1	26,8	17,4	89,5	10,5
2	74,7	6,1	8,9	553,7	27,4	16,8	94,0	7,8
3	76,8	8,2	12,0	558,6	28,0	16,0	95,5	5,9
4	75,3	6,7	9,8	557,9	27,9	16,6	94,5	7,2
5	77,1	8,5	12,4	561,1	28,4	15,7	96,1	5,4
НСР <sub>05</sub>	3,4			19,1	1,0			

троле — 89,5 %) и более низкими значениями пленчатости и трещиноватости.

#### Выводы

1) Совместная обработка препаратом Мелафен семян и растений в фазу всходов в большей степени, чем обработка только семян, усиливает рост растений в высоту, нарастание листового аппарата и накопление биомассы надземных органов.

2) Для получения высокого урожая зерна риса хорошего качества необходимо перед посевом обрабатывать семена риса раствором препарата Мелафен в концентрации  $1 \cdot 10^{-7}$  % (расход рабочего раствора — 10 л/т) с последующей обработкой растений в фазу всходов раствором этого препарата в концентрации  $1 \cdot 10^{-9}$  % (расход рабочего раствора — 300 л/га).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Система рисоводства Краснодарского края / под общ. ред. Е. М. Харитоновой. — Краснодар, ВНИИ риса, 2011. — 316 с.
2. Шумакова, К. П. Приемы возделывания риса при периодических поливах / К. П. Шумакова. — Ростов-н/Д, 1951.
3. Величко, Е. Б. Рациональное использование воды при возделывании риса / Е. Б. Величко. — Краснодар, 1965б.
4. Белоглазов, Д. Ф. Первооснова урожая / Д. Ф. Белоглазов // Газета «Советская Кубань» от 8 июля 1966.

5. Фаттахов, С. Г. Мелафен — перспективный препарат для сельского хозяйства, биотехнологии и экобиотехнологии / С. Г. Фаттахов // В кн.: «Мелафен: механизм действия и области применения. — Казань: Печать-Сервис XXI век, 2014. — С. 9–14.
6. Сметанин, А. П., Дзюба В. А., Апрод А. И. Методики опытных работ по селекции, семеноводству, семеноведению и контролю за качеством семян. — Краснодар, 1972. — 156 с.
7. Юдин, Ф. А. Методики агрохимических исследований — М.: Колос, 1971. — 268 с.
8. Шеуджен, А. Х. Агрохимия. Ч. 2. Методика агрохимических исследований: учеб. пособие / А. Х. Шеуджен, Т. Н. Бондарева. — Краснодар: КубГАУ, 2015. — 703 с.
9. Ерыгин, П. С. Физиология риса / П. С. Ерыгин — М.: Колос — 1981 — 206 с.
10. Благовещенская, З. К. Формирование урожая основных сельскохозяйственных культур / З. К. Благовещенская. — М.: Колос, 1984. — 367 с.

## REFERENCES

1. Rice growing system of Krasnodar region / under editorship of E. M. Kharitonov. — Krasnodar, ARRRRI, 2011. — 316 p.
2. Shumakova, K. P. Methods of rice cultivation with periodic irrigation / K. P. Shumakova. — Rostov-on-Don, 1951.
3. Velichko, E. B. Rational water management in rice cultivation / E. B. Velichko. — Krasnodar, 1965.
4. Beloglazov, D. F. The first basis of the yield / D. F. Beloglazov // Newspaper Sovetskaya Kuban dated July 8, 1966.
5. Fattakhov S. G. Melafen — a promising preparation for agriculture, biotechnology and ecobiotechnology / S. G. Fattakhov // From the book: “Melafen: mechanism of action and scope. — Kazan: Printing Service XXI Century, 2014. — P. 9–14.
6. Smetanin, A. P., Dzyuba V. A., Aprud A. I. Methods of experimental work on breeding, seed production, seed studies and seed quality control. — Krasnodar, 1972. — 156 p.
7. Yudin, F. A. Methods of agrochemical research — M.: Kolos, 1971. — 268 p.
8. Sheujen, A. Kh. Agrochemistry. Part 2. Methodology of agrochemical research: guidelines / A. Kh. Sheujen, T. N. Bondareva. — Krasnodar: KubSAU, 2015. — 703 p.
9. Erygin, P. S. Physiology of rice / P. S. Yerygin — M.: Kolos. — 1981. — 206 p.
10. Blagoveshchenskaya, Z. K. Yield formation of the main crops / Z. K. Blagoveshchenskaya — M.: Kolos, 1984. — 367 p.

### **Алла Яковлевна Барчукова**

Профессор кафедры физиологии и биохимии растений, факультет агрохимии и защиты растений  
E-mail: nv.chernisheva@yandex.ru

### **Alla Y. Barchukova**

Professor, Department of physiology and biochemistry of plants, faculty of agricultural chemistry and plant protection  
E-mail: nv.chernisheva@yandex.ru

### **Наталья Викторовна Чернышева**

Профессор кафедры прикладной экологии, факультет агрономии и экологии  
E-mail: nv.chernisheva@yandex.ru

### **Natalya V. Chernisheva**

Professor Department of applied ecology, faculty of agronomy and ecology  
E-mail: nv.chernisheva@yandex.ru

Все: ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет им. И. Т. Трубилина»  
350044, г. Краснодар, ул. Калинина 13

All: FSBEI of Higher Education Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin  
13 Kalinina, Krasnodar, 350044

### **Валерий Александрович Ладатко**

Заведующий лабораторией технологии возделывания риса  
E-mail: valery.ladatko@mail.ru  
ФГБНУ «ВНИИ риса»  
350921, г. Краснодар, пос. Белозерный, 3

### **Valeriy A. Ladatko**

Head of department of rice cultivation technologies  
E-mail: valery.ladatko@mail.ru  
FSBSI ARRRRI  
3 Belozerniy, Krasnodar, 350921



УДК 631.445:633.18

**В. Н. Паращенко**, канд. с.-х. наук,  
**Р. С. Шарифуллин**, канд. с.-х. наук,  
**В. Н. Чижиков**, канд. с.-х. наук,  
**В. В. Гергель**,  
**Ю. В. Кумейко**, канд. с.-х. наук,  
г. Краснодар, Россия

### ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ИНГИБИТОРА НИТРИФИКАЦИИ В РИСОВОДСТВЕ

*Из удобрений, используемых под рис, ведущая роль принадлежит азотным. Однако непроизводительные потери азота за вегетационный период могут достигать 70 % и более. Целью исследований было изучение в полевых и производственных опытах влияния ингибитора нитрификации 3,5-диамино-1,2,4-триазол на содержание нитратного и аммонийного азота в почве, повышение эффективности азотного удобрения (карбамида). Исследования проводили на типичных лугово-черноземных и лугово-болотных почвах, составляющих 76 % от площади рисовых оросительных систем ФГБНУ «ВНИИ риса» и рисоводческих предприятий Краснодарского края (2009–2018 гг.). Использовали общепринятые методы определения агрохимических показателей почвы. Статистическая обработка полученных результатов проведена методом дисперсионного анализа. В полевых и производственных опытах ингибитор нитрификации внесли вслед за минеральными удобрениями в количестве 1 % от дозы азота с расходом рабочей жидкости 250–300 л/га. Дозы минеральных удобрений определяли с учетом планируемой урожайности риса, биологических особенностей сорта и агрохимической характеристики почвы. Установлено, что совместное применение ингибитора нитрификации с карбамидом в основной прием позволяет сократить потери нитратного азота из почвы на 33,7 % и повысить содержание аммонийного азота на 7,1 %, Окупаемость единицы внесенного азота удобрения урожаем основной продукции и коэффициент использования азота при применении ингибитора нитрификации повышаются соответственно на 6 кг и 2 %. Данный приём обеспечивает прибавку урожайности районированных сортов риса от 8,7 % до 14,1 % и экономически оправдан, так как условно-чистый доход составляет в среднем 2000 руб./га относительно дробного внесения.*

**Ключевые слова:** рис, азотное удобрение, ингибитор нитрификации, обменный аммоний, урожайность.

### EFFICIENCY OF USING NITRIFICATION INHIBITOR IN RICE GROWING

*Of the fertilizers used for rice, the leading role belongs to nitrogen. However, unproductive nitrogen losses during the growing season can reach 70 % or more. The aim of the research was to study in the field and production experiments the effect of the nitrification inhibitor 3.5-diamino-1,2,4-triazole on the content of nitrate and ammonium nitrogen in the soil, and to increase the efficiency of nitrogen fertilizer (urea). The studies were carried out on typical meadow-chernozem and meadow-bog soils accounting for 76 % of the area of rice irrigation systems of All-Russian Rice Research Institute and rice-growing enterprises of Krasnodar region (2009–2018). Generally accepted methods for determining the agrochemical parameters of the soil were used. Statistical processing of the results was carried out by analysis of variance. In field and production experiments, the nitrification inhibitor was introduced after mineral fertilizers in an amount of 1 % of a dose of nitrogen with a flow rate of 250–300 l / ha. Doses of mineral fertilizers were determined taking into account the planned yield of rice, the biological characteristics of the variety and the agrochemical characteristics of the soil. It has been established that the combined use of a nitrification inhibitor with urea in the main application reduces the loss of nitrate nitrogen from the soil by 33.7 % and increases ammonium by 7.1 %, the payback of a unit of nitrogen fertilizer introduced by the yield of the main product, and the nitrogen utilization rate when using a nitrification inhibitor increase 6 kg and 2 % respectively. This technique provides an increase in the yield of released rice varieties from 8.7 % to 14.1 % and is economically justified since conditionally net income is an average of 2000 rubles / ha relative to fractional application.*

**Key words:** rice, nitrogen fertilizer, nitrification inhibitor, exchangeable ammonium, yield.

#### Введение

Лимитирующим фактором в получении высокого урожая риса на рисовых почвах является его обеспеченность азотным питанием [3]

Урожайность сельскохозяйственных культур, в том числе и риса, находится в прямой зависимости от степени обеспеченности их азотом. Источника-

ми его являются: высвобождающийся при минерализации органического вещества почвы азот, в т. ч. биологически фиксированный, а также минеральные и органические удобрения.

Наряду с этим, следует отметить, что азот органических соединений не является непосредственным источником питания растений риса. Его недо-

статочны для формирования высокопродуктивных посевов риса в связи с чем, требуется применение азотных удобрений.

Известно, что внесенные в почву удобрения подвергаются потерям: со сбросными водами — 25–35, а газообразные составляют 40–45 кг/га [4].

Источниками азотного питания растений риса являются нитратная и аммонийная формы, но главная роль принадлежит обменному аммонiu, так как нитраты не закрепляются в почвенном поглощающем комплексе и теряются при возделывании риса. Для снижения потерь азота и обеспечения равномерного питания растений азотное удобрение вносят дробно — непосредственно перед посевом и в виде подкормок, что сопряжено с усложнением технологии и дополнительными затратами [8].

Одним из путей повышения эффективности азотных удобрений и увеличения продуктивности риса является применение ингибиторов нитрификации. Это химические вещества, которые при внесении в количестве 0,5–2,0 % от массы азота удобрений на 1–2 месяца (временно и избирательно) подавляют жизнедеятельность нитрифицирующих микроорганизмов, осуществляющих первый этап нитрификации, и тем самым обеспечивают сохранение азота в почве в аммонийной форме. Затормаживая процесс нитрификации, они способствуют снижению потерь азота, как в газообразной форме, так и от вымывания нитратов, вследствие чего устраняют опасность загрязнения нитратами водных источников [1, 5, 6].

Известны различные химические соединения нитрифицидного действия: нитрапирин, дициандиамида, производные аминометилпиримидина, пиразолы, тиазолы и триазины. Нитрифицидным действием обладают также сероуглерод, тиосульфат аммония, азид калия, азид натрия, анилиды, производные мочевины, гидантоины, производные ацетилена и микроэлементы [9, 10].

В последние годы отечественной наукой разрабатываются новые ингибиторы нитрификации, среди которых в условиях рисоводства перспективен 3,5-диамино-1,2,4-триазол, (патент на изобретение № 2647924 РФ). Ингибитор этого типа не разлагается в расплаве и может быть введен в карбамид или его смеси с аммиачной селитрой на любой стадии их производства.

В настоящее время в Краснодарском крае происходит активное развитие рисоводства, что связано с использованием новых высокопродуктивных сортов риса и элементов технологии их возделывания. Это вызывает возрастающую потребность в минеральных и, главным образом, в азотных удобрениях и способах повышения их эффективности. В этой связи возросла потребность в эффективных приемах повышения азотного питания растений риса, что подтверждает актуальность применения ингибиторов нитрификации.

### **Цель исследований**

Изучить эффективность ингибитора нитрификации и освоить технологию его применения в рисоводстве.

### **Материалы и методы**

Исследования выполняли с ингибитором нитрификации 3,5-диамино-1,2,4-триазол, класс опасности 4. Методы определения агрохимических показателей почвы общеприняты.

Полевые опыты проводили на РОС ВНИИ риса. Предшественник — рис, сорт Хазар, площадь опытных делянок — 15 м<sup>2</sup>, повторность 4-х кратная. Статистическая обработка проведена методом дисперсионного анализа.

В полевых и производственных опытах ингибитор нитрификации вносили вслед за минеральными удобрениями в количестве 1 % от дозы азота с расходом рабочей жидкости 250–300 л/га. Дозы минеральных удобрений определяли с учетом планируемой урожайности риса, биологических особенностей сорта и агрохимической характеристики почвы (патент на изобретение № 2193836 РФ). Заделка в почву удобрений и ингибитора осуществлялась одновременно на глубину 5–10 см. В дальнейшем выполняли запланированные технологические операции кроме подкормок азотными удобрениями.

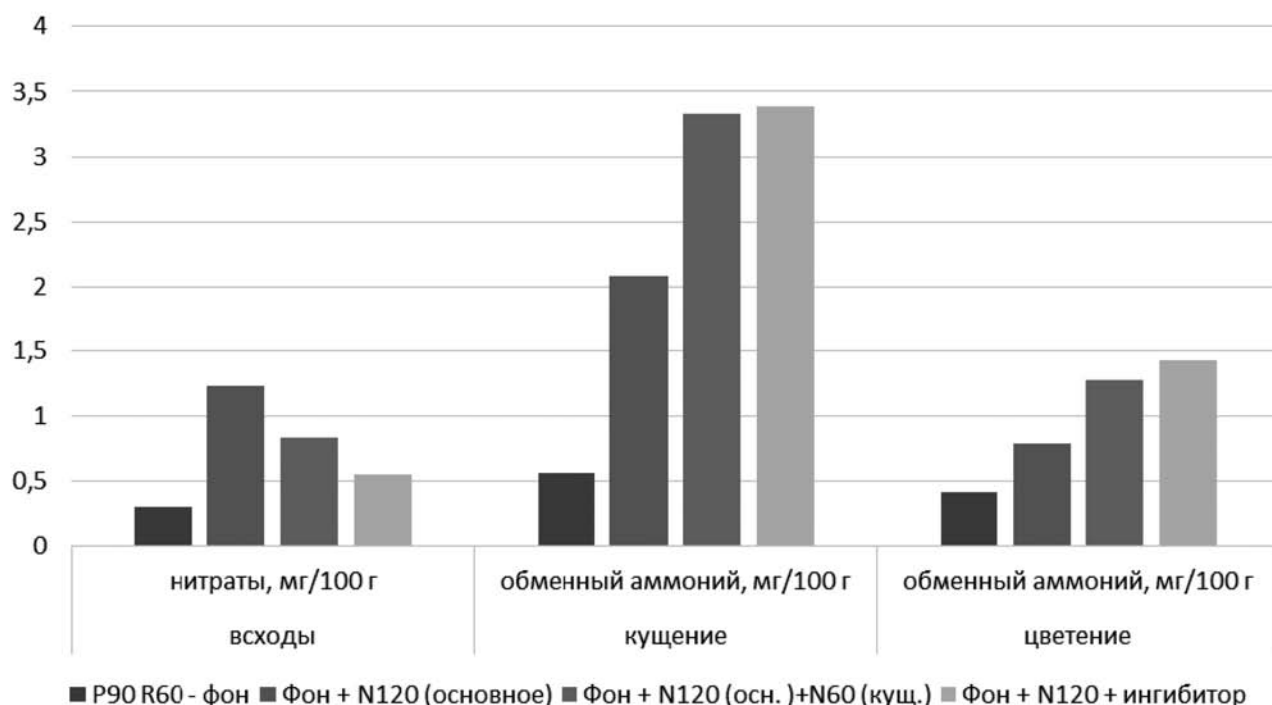
В условиях производственных опытов на площади 962 га проводилось освоение технологии по применению ингибитора нитрификации.

Исследования проводились на типичных лугово-черноземных и лугово-болотных почвах, составляющих 76 % от площади рисовых оросительных систем Краснодарского края. Они относятся к III агроклиматическому району Краснодарского края [2, 7].

### **Результаты и обсуждение**

В результате изучения влияния ингибитора нитрификации на содержание подвижных форм азота подтверждено его затормаживающее действие на образование нитратов и их потери из почвы. Так, в фазе всходов риса (2–3 листа) содержание нитратов в почве в варианте с применением ингибитора нитрификации было на 0,68–0,28 мг/100 г (55,3–33,7 %) меньше по сравнению с основным внесением (карбамид без ингибитора нитрификации) и дробным внесением. При внесении ингибитора нитрификации эта форма азота уже в фазе кущения (5–6 листьев) не обнаруживалась, а при основном и дробном внесении находилась в следовых количествах (рис. 1).

Исследования показали, что внесение ингибитора нитрификации не меняло общей закономерности динамики обменного аммония в почве, а поддерживало его количество на более высоком уровне по сравнению с вариантами, где он не применялся (рис. 1). В фазе кущения, когда рис наиболее требователен к азотному питанию, содержание обменного аммония в почве при внесении



**Рисунок 1. Динамика содержания нитратного и аммонийного азота в почве при применении ингибиторов нитрификации по фазам вегетации, мг/100 г**

ингибитора нитрификации способствовало повышению содержания этого показателя на 1,31 и 0,30 мг/100 г (58 и 7,1 %). К фазе цветения содержание обменного аммония в почве уменьшалось, но его положительное действие продолжало проявляться, что в итоге обеспечивало улучшение азотного питания риса.

Общеизвестно, что обеспеченность азотным питанием растений напрямую связано с их продуктивностью. Урожайность риса при применении ингибитора нитрификации возрастала на 2,9 и 0,72 т/га по сравнению с основным и дробным внесением азотного удобрения (табл.1).

Эффективность применения ингибитора нитрификации подтверждается также окупаемо-

стью единицы внесенного азота удобрений урожаем основной продукции и коэффициентом использования, которые были больше на 24,1 и 6,0 кг зерна/кг, а также на 8,8 и 2,0 % по сравнению с основным и дробным внесением азотного удобрения.

Положительное влияние ингибитора нитрификации и модифицированного им карбамида на урожайность установлена при возделывании широко применяемых в рисоводстве районированных сортов риса. Прибавки урожайности составили от 0,43 до 1,08 т/га. Наивысшая прибавка урожайности получена при использовании модифицированного ингибитором карбамида (вар. № 5) на сорте Привольный-4 (табл. 2).

**Таблица 1. Урожайность риса и показатели эффективности использования азота рисом при применении ингибиторов нитрификации (2011–2014 гг.)**

№ п/п	Варианты	Урожайность, т/га	Ок <sub>N</sub> , кг зерна/кг	КИУ <sub>N</sub> , %
1	P <sub>90</sub> K <sub>60</sub> — фон	4,86	—	—
2	Фон + N <sub>120</sub> (основное)	7,51	62,6	21,3
3	Фон + N <sub>45</sub> (всходы) + N <sub>75</sub> (кущение)	9,69	80,7	28,1
4	Фон + N <sub>120</sub> (основное) + ингибитор нитрификации	10,41	86,7	30,1
	НСР <sub>05</sub>	0,390	—	—

Примечание: Ок<sub>N</sub> — окупаемость единицы внесенного азота удобрений урожаем основной продукции, кг зерна/кг N; КИУ<sub>N</sub> — коэффициент использования азота из удобрений, %.

**Таблица 2. Зависимость урожайности сортов риса от применения минеральных удобрений (2018 г.)**

Вариант	Урожайность зерна, т/га	Прибавка	
		т/га	%
Фаворит			
1. Без удобрений	5,46	–	–
2. P <sub>50</sub> K <sub>40</sub> (осн.) + N <sub>46</sub> + N <sub>69</sub>	7,30	1,84	33,7
3. N <sub>115</sub> P <sub>50</sub> K <sub>40</sub> (осн.)	6,88	1,42	26,0
4. N <sub>115</sub> P <sub>50</sub> K <sub>40</sub> (осн.) + инг. в почву	7,87	2,41	44,1
5. N <sub>115</sub> P <sub>50</sub> K <sub>40</sub> (осн.) + инг. с удобр.	8,28	2,82	51,6
Полевик			
1. Без удобрений	5,74	–	–
2. P <sub>50</sub> K <sub>40</sub> (осн.) + N <sub>46</sub> + N <sub>69</sub>	7,69	1,95	34,0
3. N <sub>115</sub> P <sub>50</sub> K <sub>40</sub> (осн.)	7,35	1,61	28,0
4. N <sub>115</sub> P <sub>50</sub> K <sub>40</sub> (осн.) + инг. в почву	8,12	2,38	41,5
5. N <sub>115</sub> P <sub>50</sub> K <sub>40</sub> (осн.) + инг. с удобр.	8,36	2,62	45,6
Привольный-4			
1. Без удобрений	5,96	–	–
2. P <sub>50</sub> K <sub>40</sub> (осн.) + N <sub>46</sub> + N <sub>69</sub>	7,66	1,70	28,5
3. N <sub>115</sub> P <sub>50</sub> K <sub>40</sub> (осн.)	7,52	1,56	26,2
4. N <sub>115</sub> P <sub>50</sub> K <sub>40</sub> (осн.) + инг. в почву	8,32	2,36	39,6
5. N <sub>115</sub> P <sub>50</sub> K <sub>40</sub> (осн.) + инг. с удобр.	8,74	2,78	46,6
НСР <sub>05</sub>	0,318		

**Таблица 3. Урожайность риса при применении ингибитора нитрификации в производственных условиях**

Вариант	Урожайность, т/га	Прибавка,	
		т/га	%
ФГБУ ЭСОС «Красная», сорт Хазар (2009–2010 гг.)			
1. Контроль производственный — фон РК + азотное удобрение внесено дробно	5,84	–	–
2. Производственный фон РК + азотное удобрение и ингибитор нитрификации в основной приём	6,47	0,63	10,8
ООО «Кубрис», сорт Диамант (2012–2014 гг.)			
1. Контроль производственный — фон РК + азотное удобрение внесено дробно	8,91	–	–
2. Производственный фон РК + азотное удобрение и ингибитор нитрификации в основной приём	9,58	0,67	10,8
ООО «Марьянское», сорт Рапан (2016–2017 гг.)			
1. Контроль производственный — фон РК + азотное удобрение внесено дробно	7,70	–	–
2. Производственный фон РК + азотное удобрение и ингибитор нитрификации в основной приём	8,12	0,42	5,5

Исследованиями, проведенными в условиях производства установлено положительное влияние ингибитора нитрификации на урожайность риса по сравнению с применением азотного удобрения дробно (табл. 3). В этих опытах урожайность риса повыси-

лась в среднем на 0,55 т/га, а качество крупы было в соответствии с характеристиками изучаемых сортов.

Данный приём экономически целесообразен так как, условно-чистый доход составляет в среднем 2000 руб./га относительно дробного внесения.



Важным преимуществом применения ингибитора нитрификации является возможность внесения азотных удобрений полной дозой в основной прием с использованием наземной техники. Особенно актуально применение ингибитора нитрификации в санитарно-защитных зонах, где ограничено использование авиации.

### Выводы

- Внесение ингибитора нитрификации позволяет сократить потери нитратного азота и сохранить в почве аммонийный, являющийся основой азотного питания растений риса.
- Широко возделываемые в рисоводстве сорта риса отзывчивы на применение ингибитора нитри-

фикации, который обеспечивает прибавку урожайности от 8,7 % до 14,1 %. Данный приём экономически оправдан так как, условно-чистый доход составляет в среднем 2000 руб./га относительно дробного внесения.

- Окупаемость единицы внесенного азота удобрений урожаем основной продукции и коэффициент использования азота при применении ингибитора нитрификации повышаются соответственно на 6 кг и 2 %.
- Целесообразно внесение азотного удобрения с ингибитором нитрификации полной дозой в основной прием в санитарно-защитных зонах, где ограничено применение авиации.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Алешин, Е. П. Действие ингибиторов нитрификации на микрофлору лугово-черноземной почвы при возделывании риса / Е. П. Алешин, В. Н. Паращенко, Н. С. Головкин, Р. С. Кутузова // Доклады ВАСХНИЛ. — 1991. — № 7. — С. 14–17.
2. Вальков, В. Ф. Почвы Краснодарского края, их использование и охрана / Вальков В. Ф., Штомпель Ю. А., Трубилин И. Т., Котляров Н. С., Соляник Г. М. / — Ростов н/д.: Изд-во СКНЦ ВШ, 1995. — 192 с.
3. Паращенко, В. Н. Трансформация азота в рисовой лугово-черноземной почве и эффективность разных форм азотных удобрений / В. Н. Паращенко, Н. М. Кремзин, Ю. В. Кумейко, В. И. Терпелец // Труды КубГАУ. — Краснодар, 2014. — Выпуск № 3 (48). — С 82–86.
4. Кудеяров, В. Н. Цикл азота в почве и эффективность удобрений / В. Н. Кудеяров. — М.: Наука. — 1989. — 216 с.
5. Муравин, Э. А. Ингибиторы нитрификации / Э. А. Муравин. — М.: Агропромиздат. — 1989. — 247 с.
6. Паращенко, В. Н. Агроэкологическое обоснование применения ингибиторов нитрификации в рисоводстве / В. Н. Паращенко // Тез. докл. Всероссийского координационного совещания учреждений географической сети длительных опытов с удобрениями и другими агрохимическими средствами. М.: Агроконсалт. — 1998. — С. 124–125.
7. Паращенко, В. Н. Характеристика показателей эффективного плодородия основных подтипов рисовых почв Краснодарского края / В. Н. Паращенко, Н. М. Кремзин, Л. А. Швыдкакая. — ООО «Просвещение-Юг». — № 19. — Рисоводство. — 2011. — С. 57–61.
8. Система рисоводства Краснодарского края: Рекомендации / Под общ. ред. Е. М. Харитоновой. — Краснодар: ВНИИриса, 2011. — 3016 с.
9. Diez-Lopez, J. A. Effect of a nitrification inhibitor (DMPP) on nitrate leaching and maize yield during two growing seasons / J. A. Diez-Lopez, P. Harnaiz-Algarra, M. Agrauzo-Sanchez, I. Carrasco-Martin // Span. J. agr. Res. — 2008. — VI. 6. — № 2. — P. 294–303.
10. Huilin, Li. Net nitrogen mineralization in typical paddy soils of the Taihu Region of China under aerobic conditions. Dynamics and model fitting / Huilin Li, Yong Han, Marco Roelcke, Zucong Cai. // Canad. J. Soil Sc. — 2008. — Vol. 88. — № 5. — P. 719–731.

### REFERENCES

1. Aleshin, E. P. The effect of nitrification inhibitors on the microflora of meadow chernozem soil during rice cultivation / E. P. Aleshin, V. N. Parashchenko, N. S. Golovko, R. S. Kutuzova // Reports of VASKHNIL. — 1991. — № 7. — P. 14–17.
2. Valkov, V. F. Soils of Krasnodar region, their use and protection / Valkov V. F., Shtompel Yu.A., Trubilin I. T., Kotlyarov N. S., Solyanik G. M. / — Rostov n / a: Publishing House SKNTs VSh, 1995. — 192 p.
3. Parashchenko, V. N. Nitrogen transformation in rice meadow-chernozem soil and the effectiveness of various forms of nitrogen fertilizers / V. N. Parashchenko, N. M. Kremzin, Yu.V. Kumeiko, V. I. Terpelets // Proceedings of KubSAU. — Krasnodar, 2014. — Issue No. 3 (48). — P. 82–86.
4. Kudeyarov, V. N. The nitrogen cycle in the soil and the efficiency of fertilizers / V. N. Kudeyarov. — M.: Nauka. — 1989. — 216 p.
5. Muravin, E. A. Nitrification Inhibitors / E. A. Muravin. — M.: Agropromizdat. — 1989. — 247 p.
6. Parashchenko, V. N. Agroecological substantiation of the use of nitrification inhibitors in rice growing / V. N. Parashchenko // Abstracts of All-Russian coordination meeting of institutions of a geographical network of long-term experiments with fertilizers and other agrochemical means. M.: Agroconsult. — 1998. — P. 124–125
7. Parashchenko, V. N. Characteristic of indicators of effective fertility of the main subtypes of rice soils in Krasnodar region / V. N. Parashchenko, N. M. Kremzin, L. A. Shvydkaya. — LLC "Prosveschenie-Yug". — No. 19. — Rice growing. — 2011. — P. 57–61.
8. Rice growing system of Krasnodar region / under editorship of E. M. Kharitonov. — Krasnodar, ARRI, 2011. — 316 p.

9. Diez-Lopez, J. A. Effect of a nitrification inhibitor (DMPP) on nitrate leaching and maize yield during two growing seasons / J. A. Diez-Lopez, P. Harnaiz-Algarra, M. Agrauzo-Sanchez, I. Carrasco-Martin // Span. J. agr. Res. — 2008. — VI. 6. — № 2. — P. 294–303.

10. Huilin, Li. Net nitrogen mineralization in typical paddy soils of the Taihu Region of China under aerobic conditions. Dynamics and model fitting / Huilin Li, Yong Han, Marco Roelcke, Zucong Cai. // Canad. J. Soil Sc. — 2008. — Vol. 88. — № 5. — P. 719–731.

**Паращенко Владимир Николаевич**

Ведущий научный сотрудник лаборатории агрохимии и почвоведения

E-mail: agrohim-vt@yandex.ru

**Parashenko Vladimir Nikolaevich**

Leading researcher of laboratory of agrochemistry and soil studies

E-mail: agrohim-vt@yandex.ru

**Шарифуллин Раис Саидович**

Старший научный сотрудник лаборатории агрохимии и почвоведения

E-mail: sharifullinrais@yandex.ru

**Sharifullin Rais Saidovich**

Senior scientist of laboratory of agrochemistry and soil studies

E-mail: sharifullinrais@yandex.ru

**Чижиков Виталий Николаевич**

Ведущий научный сотрудник лаборатории агрохимии и почвоведения

E-mail: agrohim-vt@yandex.ru

**Chizhikov Vitaliy Nikolaevich**

Leading researcher of laboratory of agrochemistry and soil studies

E-mail: agrohim-vt@yandex.ru

**Гергель Виктор Викторович**

Младший научный сотрудник лаборатории земледелия

E-mail: arrri\_kub@mail.ru

**Gergel Viktor Viktorovich**

Junior scientist of laboratory of rice farming

E-mail: arrri\_kub@mail.ru

Все: ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт риса»  
350921, Краснодар, пос. Белозерный, 3

All: FSBSI «All-Russian Rice Research Institute»  
Belozerny 3, Krasnodar, Russian Federation, 350921

**Кумейко Юлия Владимировна**

Старший научный сотрудник лаборатории интегрированной защиты растений

E-mail: aspirantura-bzr@mail.ru

ФГБНУ ВНИИБЗР

350039, Краснодар, п/о 39

**Kumeyko Yuliya Vladimirovna**

Senior scientist of laboratory of integrated plant protection

E-mail: aspirantura-bzr@mail.ru

FSBSI VNIIBZR

350039, Krasnodar, p/o 39

УДК: 635.649:631.524.6

С. В. Королева, канд. с.-х. наук,  
Н. В. Шуляк,  
г. Краснодар, Россия

### КОМБИНАЦИОННАЯ СПОСОБНОСТЬ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ЛИНИЙ ПЕРЦА СЛАДКОГО ПО ПРИЗНАКАМ ПРОДУКТИВНОСТИ

Важным этапом в селекционной схеме при создании гибридов  $F_1$  перца сладкого является выведение гомозиготных линий и определение их селекционной ценности как компонентов скрещивания. Главным признаком для оценки количественных признаков линий является комбинационная способность по ряду признаков. Схема скрещиваний проводилась в одном направлении, причем, в качестве материнских линий выступали стерильные, в качестве отцовских — линии-восстановители фертильности. Исследования проводились в 2018–2019 гг. На основе испытания 42 гибридов перца сладкого в полевых условиях получены результаты по определению комбинационной способности 6 стерильных линий и 7 линий-восстановителей фертильности перца сладкого по признакам: средняя масса плода, количество убранных плодов и продуктивность растения по методу В.К.Савченко. В 2019 году, ввиду сложившихся условий, наблюдалась эпифитотия распространения вирусных заболеваний и столбура, что позволило оценить только ОКС по массе плода. Сравнение результатов, полученных в первый и второй год исследований, показало, что стабильно высокие ОКС по массе плода имели 2 стерильные линии: msЭн57, msЯнт85, стабильно низкие — 5 линий, у 6 линий ОКС изменилась. В 2018 году высокими вариансами ОКС по признаку «среднее количество плодов» обладали линии: SKK44, msТол71(72), msЛум. По признаку «продуктивность» вычислены значения ОКС и СКС. Три отцовские линии и одна стерильная линия обладают высокой ОКС по признаку «продуктивность». Самые высокопродуктивные гибриды получены с участием линий, имеющих высокие ОКС по продуктивности обоих родителей или материнскую линию с средней ОКС и отцовские — с высокой ОКС. Эффекты СКС в данных комбинациях средние — от 0,12 до 0,33. Выделены 6 перспективных гибридов, сочетающих высокую продуктивность с крупными плодами, для дальнейшего изучения.

**Ключевые слова:** перец сладкий, гибрид  $F_1$ , ОКС, СКС, линии, масса плода, количество плодов, продуктивность.

### COMBINING ABILITY OF PROMISING LINES OF SWEET PEPPER BY TRAITS OF PRODUCTIVITY

An important step in the breeding scheme when developing  $F_1$  hybrids of sweet pepper is breeding of homozygous lines and the determination of their breeding value as crossing components. The main trait for assessing the quantitative characteristics of lines is the combining ability for a number of traits. The crossing scheme was carried out in one direction, moreover, sterile lines acted as maternal, and fertility restoring lines acted as father ones. The studies were conducted in 2018–2019. Based on the test of 42 hybrids of sweet pepper in the field, the results were obtained to determine the combining ability of 6 sterile lines and 7 fertility restoring lines of sweet pepper according to the characteristics: average fruit weight, number of harvested fruits and plant productivity according to V.K. Savchenko's method. In 2019, in view of the prevailing conditions, there was an epiphytosis of the spread of viral diseases and columnar, which allowed us to estimate only general combining ability by weight of fruit. Comparison of the results obtained in the first and second years of research showed that stably high general combining ability by weight of the fruit had 2 sterile lines: msEn57, msYant85, stably low — 5 lines, in 6 lines GCA changed. In 2018, high variants of general combining ability according to the "average number of fruits" featured the lines: SKK44, msTol71 (72), msLum. On the trait "productivity", the values of general combining ability and specific combining ability were calculated. Three paternal lines and one sterile line have high general combining ability by the trait «productivity». The most highly productive hybrids were obtained with the participation of lines that have high GCA in the productivity of both parents or the maternal line with average GCA and the paternal line with high GCA. The effects of specific combining ability in these combinations are average — from 0.12 to 0.33. Six promising hybrids, combining high productivity with large fruits, were identified for further study.

**Key words:** sweet pepper,  $F_1$  hybrid, general combining ability, specific combining ability, lines, weight of the fruit, number of fruits, productivity.

#### Введение

Создание гибридов  $F_1$  — приоритетное направление в современной селекции овощных культур. Важным этапом в селекционной схеме является выведение гомозиготных линий и определение их се-

лекционной ценности как родительских форм при получении гибридов  $F_1$ . Главным признаком для оценки количественных признаков линий является комбинационная способность, хотя отбор по хозяйственно-ценным признакам, как родоначальников

линий (I0), так и самих линий в процессе их создания, также имеет большое значение. Комбинационная способность — способность линии или сорта при сочетании их в гибридных комбинациях давать потомство F<sub>1</sub>, характеризующееся различными относительно некоторого (условно принятого) уровня выражениями того или иного признака или свойства [1]. Как известно, комбинационную способность подразделяют на общую (ОКС) и специфическую (СКС). ОКС характеризует среднюю величину гетерозиса данной линии в гибридных комбинациях. СКС характеризует величину гетерозиса в отдельной комбинации, которая может оказаться лучше или хуже, чем ожидалось на основании ОКС [6].

Для вычисления КС линий используют различные схемы скрещиваний: диаллельные, топкроссы, поликроссы. Применение той или иной схемы определяет селекционер в зависимости от поставленной цели и качества селекционного материала.

В литературе представлены результаты исследований по определению комбинационной способности по количественным признакам, определяющим урожайность (продуктивность растения, количество плодов на растении, средняя масса плода), величину плода (толщина стенки перикарпия, диаметр и длина плода), габитус и структуру растения, а также питательную ценность (биохимические признаки) [4, 5, 6, 8, 9, 10]. Как правило, комбинационная способность была определена на основе применения диаллельной схемы скрещиваний [2], представляющей наиболее полную и точную информацию не только о комбинационной способности, но и о генетической природе родительских форм.

При создании гибридов сладкого перца на основе ядерно-цитоплазматической мужской стерильности наиболее приемлемым является метод оценки КС двух генетически разнокачественных наборов родительских линий, предложенный В. К. Савченко [7]. Причем схема скрещиваний проводится в одном направлении, когда материнскими линиями выступают стерильные, а отцовскими — линии — восстановители фертильности. Данная схема, в отличие от топкросса, позволяет определить не только ОКС, но и СКС всех линий.

#### **Цель исследований**

Определить ценность отселектированных за последнее время линий путем определения их комбинационной способности по признакам продуктивности; выделить перспективные гибриды для передачи в конкурсное испытание.

#### **Материалы и методы**

Посев селекционного материала проводили 3–4.04 2018 и 2019 гг. Способ выращивания рассады — кассетный (кассета № 96). Всходы были получены в световой камере искусственного климата 10–13.04, после чего рассада выращивалась в весенней пленочной отапливаемой теплице.

Предшественник в 2018 году — чеснок, в 2019 — озимая пшеница. Основное удобрение вноси-

ли локально в борозды перед высадкой, в дозе N<sub>120</sub>P<sub>120</sub>K<sub>120</sub> по д.в.

Высадку кассетной рассады перца в поле проводили 24 мая по схеме (90 + 50) × 30 см. Повторность двухкратная, площадь делянки 3,5 м<sup>2</sup>, количество учетных растений на делянке — 15 шт., размещение делянок систематическое.

Агротехника выращивания — согласно рекомендаций, разработанных в ГНУ КНИИОКХ, в т. ч. в период вегетации проведены 3 внекорневые подкормки: (кальбит С + фармайод), кальбит С, (фармайод + максифол), против тли — актара [3].

В первый год исследований было проведено 3 уборки плодов перца сладкого — 17,07; 7,08 и 6,09, во второй год, ввиду эпифитотийного развития вирусных и микоплазменных заболеваний, проведены две уборки — 14,08; 10,09.

При уборке проведены учеты по следующим признакам: количество плодов с делянки, их общая и товарная масса, количество учетных растений на делянке. Для оценки динамики формирования плодов на растении и качества плодов отдельно проводили описание и взвешивание плодов с 1-го растения. Перед каждой уборкой проводили учеты по распространению и развитию заболеваний на делянках. Растения, пораженные вирусной и микоплазменной инфекцией, исключались из учетных.

Математическую обработку полученных данных проводили по методу Савченко [7].

В 2018 году среднемесячные температуры воздуха превышали средние многолетние показатели: в мае — на 2,0 °С, в июне на 1,9 °С, в июле — на 1,7 °С, в августе — на 0,7 °С. Наиболее высокие температуры наблюдались в июле — августе. Май и июнь также характеризовались повышенными температурами. Надо отметить, что выпадение осадков в июле, сентябре носило локальный характер. На селекционном участке, где были заложены опыты, отмечалась жаркая засушливая погода в течение 5 месяцев вегетации, что повлияло на влажность воздуха, которая была ниже нормы, особенно, в июне-августе. Содержание влаги в почве регулировали путем капельного полива.

Погодные условия в период вегетации перца 2019 года имели общие тенденции с 2018 годом в мае и характеризовались высокой температурой и отсутствием осадков. Июнь в 2019 году был очень жарким и дождливым — среднемесячные температуры превышали средние многолетние показатели на 3,6 °С. В июле и августе температуры были ниже среднемноголетних, осадки выпадали регулярно. Можно сказать, погодные условия для формирования и роста плодов в эти месяцы были более благоприятны, чем в 2018 году.

В тоже время, в 2019 году сложились благоприятные условия для распространения вредителей — переносчиков вирусной и микоплазменной инфекции. Кроме этого, значительное повреждение растений градом в начале июня и регулярные осад-



ки также повлияли на распространение инфекции, что привело к эпифитотии на посадках перца сладкого. Воздействие стрессовых факторов в первой половине вегетации задержало созревание плодов и первая уборка проведена значительно позднее, чем в 2018 году. Надо отметить, что к моменту первой уборки — 14 августа, распространение вирусно-микоплазменных заболеваний имело уже массовый характер.

### Результаты и обсуждение

Знание комбинационной способности линий перца сладкого является необходимым условием правильного подбора пар родительских линий в селекции на гетерозис. Особенно важным является изучение комбинационной способности стерильных линий и линий восстановителей фертильности по признакам, определяющим урожайность: масса плода, количество плодов на растении, продуктивность одного растения. Для оценки комбинационной способности 6 стерильных линий и 7 линий опылителей в 2017 году применили схему скрещивания генетически разнокачественных групп линий и получили 42 гибрида, продуктивные признаки которых оценивали в 2018–2019 гг. Ввиду того, что некоторые родительские линии (SKK9, Ф46Кт227, Л307Ол) в 2018 году еще дали расщепление, была проведена оценка линий в основном на ОКС.

Среднюю массу плода определяли по результатам 2-й уборки, при массовом созревании всех гибридов. Данные, представленные в таблице 1, показывают, что 12 гибридных комбинаций имели массу плода 111,6–142,2 г, что существенно превысило стандарт — на 24,6–55,2 г. Высокими вариансами ОКС обладали линии: ЭнЛ307, Ф46Кт227, msЯнт85, msЭн57, средними — Самф322, тол 71(72).

В 2019 году среднюю массу плода определяли по результатам 2-х сборов. Варьирование данного признака наблюдалось в пределах от 61,0 г до 155,5 г. Конкурсный гетерозис по отношению к стандарту Фишт F<sub>1</sub> отмечается у 11 гибридов, имеющих среднюю массу плодов 111,5–155,5 г, что на

20,5–68,1 % превышает стандарт (табл. 2). Высокие значения ОКС имели 3 линии: msЭн57, msЯнт85, Самф322.

Сравнение результатов, полученных в первый и второй год исследований показывает, что стабильно высокие ОКС по массе плода имеют 2 стерильные линии: msЭн57, msЯнт85, стабильно низкие — 5 линий, у 6 линий ОКС изменилась, причем, только у 2-х линий Самф322 и SKK44 наблюдалась положительная динамика — в сторону повышения.

Среднее количество плодов (за три сбора) с 1-го растения варьировало от 9,4 до 19,0, причем, только 4 комбинации существенно превышали стандарт по данному признаку. Высокими вариансами ОКС обладали линии: SKK44, msТол71(72), msЛум, средними — S6, msИлм57 (табл. 3).

Продуктивность растений зависит от средней массы плода и количества плодов, снятых с растения при уборке. Продуктивность гибридных комбинаций варьировала от 0,82 до 1,63 кг. (табл. 4). 14 гибридов имели существенное превышение над стандартом — от 141 г до 488 г. Надо отметить, что наибольшее число высокопродуктивных гибридов получено при скрещивании с отцовской линией Самф322, затем с линиями SKK44 и ЭнЛ307, данные линии обладают высокой вариансой ОКС по признаку продуктивности (табл. 4). Из стерильных линий лучшие результаты получены при скрещивании с линией msТол71(72), которой соответствует высокая ОКС по анализируемому признаку. Средние значения по вариансе ОКС имели три стерильные линии: msИлм57, msЯнт85, msЭн57.

О характере поведения линий в отдельных комбинациях скрещивания можно судить по вариансам констант СКС. Низкие варианты означают, что линия устойчиво передает признаки гибридам, а высокие варианты обозначают, что данный признак может иметь в одних комбинациях более высокое значение, чем в других [6].

В нашем опыте низкие варианты имеют линии S6 и SKK44. Высокие варианты (0,25, 0,32) — у сте-

Таблица 1. Результаты оценки гибридов по средней массе плода и ОКС линий, 2018 г.

Родительские линии	Линии-опылители							gi
	SKK44	Ф461	SKK9	Л307Ол	ЭнЛ307	Ф46Кт 227	Самф 322	
S6	84,2	103,2	79,7	73,8	90,0	95,3	80,9	-13,3
msТол71(72)	94,9	120,8	120,4	66,3	106,3	109,2	103,2	3,0
msИлм.57	106,0	90,2	95,5	77,5	109,5	97,9	115,0	-1,2
msЭн57	111,6	94,5	113,8	142,2	141,5	115,9	109,4	18,4
msЛум	80,0	79,3	91,4	78,7	90,2	106,4	87,5	-12,4
msЯнт85	97,4	116,0	82,0	87,1	117,1	121,7	115,1	5,2
gj	-4,3	0,7	-2,9	-12,4	9,1	7,7	1,9	

Примечание: Стандарт Фишт F<sub>1</sub> — 23,0 г. НСР<sub>05</sub> — 23,0 г.

Таблица 2. Результаты оценки гибридов по средней массе плода и ОКС линий, 2019 г.

Родительские линии	Отцовские (опылитель) линии							gi
Материнские линии	SKK44	Ф461	SKK9	Л307ол	ЭнЛ307	Ф46Кт 227	Самф 322	
S6	90,5	76,5	88,5	61,0	83,5	90,5	89,0	-16,2
msТол71	97,0	82,0	88,0	92,0	92,0	95,5	102,0	-6,4
msИлм57	89,5	83,0	99,5	80,0	97,5	91,5	128,5	-3,4
msЭн57	115,0	94,0	118,5	120,0	103,0	112,5	155,5	17,9
msЛум	97,0	100,0	98,0	92,0	88,0	102,5	113,5	-0,3
msЯнт85	111,5	118,0	85,0	117,5	96,0	105,5	117,0	8,2
gj	1,1	-6,8	-2,8	-5,3	-5,7	0,7	18,6	

Примечание: Стандарт Фишт  $F_1$  – 92,5 г.  $HCP_{05}$  – 13,5 г.

Таблица 3. Результаты оценки гибридов по количеству плодов и ОКС линий, 2018 г.

Родительские линии	Линии-опылители							gi
Материнские линии	SKK44	Ф461	SKK9	Л307Ол	ЭнЛ307	Ф46Кт 227	Самф 322	
S6	16,5	11,5	15,1	15,5	12,3	13,5	12,9	0,3
msТол	<b>19,0</b>	11,9	14,2	15,4	15,9	10,2	16,3	<b>1,1</b>
msИлм57.	<b>18,9</b>	15,2	13,9	12,2	9,4	16,7	12,1	0,4
msЭн57	13,0	11,3	10,9	11,0	11,8	12,8	13,0	-1,7
msЛум	16,0	15,2	14,3	13,2	12,7	15,8	13,8	0,8
msЯнт85	14,4	10,8	12,4	13,6	14,1	10,9	13,5	<b>-0,8</b>
gj	<b>2,6</b>	-1,0	-0,2	-0,2	-0,9	-0,3	-0,1	

Примечание:  $HCP_{05}$  – 2,3 шт. Стандарт Фишт  $F_1$  – 14,0 шт.

Таблица 4. Продуктивность гибридов и ОКС линий перца сладкого, 2018 г.

Родительские линии	Отцовские (опылитель) линии							gi
Материнские линии	SKK44	Ф461	SKK9	Л307ол	ЭнЛ307	Ф46Кт 227	Самф 322	
S6	1,36	0,82	1,14	1,03	0,99	1,16	1,00	-0,13
msТол71	1,61	1,04	1,41	1,03	1,51	0,99	<b>1,55</b>	0,11
msИлм57	1,63	1,26	1,07	0,87	0,87	1,34	<b>1,43</b>	0,01
msЭн57	1,18	1,07	1,14	<b>1,28</b>	<b>1,53</b>	1,12	1,24	0,02
msЛум	1,23	1,13	1,16	0,94	1,08	1,32	1,33	-0,02
msЯнт85	1,25	1,21	0,96	1,07	<b>1,61</b>	1,12	<b>1,30</b>	0,02
gj	0,18	-0,11	-0,05	-0,06	0,06	-0,02	0,11	

Примечание:  $HCP_{05}$  – 0,124 кг. Стандарт Фишт  $F_1$  – 1,14 г.

рильных линий msЛум, msЭн57; у линий опылителей (0,24, 0,27) – Самф322, Ф46Кт227.

Эффекты СКС в комбинациях скрещивания имели большой размах варьирования от – 0,90 до 0,75 (табл. 5). Наибольшие эффекты СКС отмече-

ны в 2-х комбинациях: (msЛум × Ф461) и (msЛум × Самф322).

Если проанализировать самые высокопродуктивные комбинации с точки зрения ОКС родительских линий и СКС, участвующих в скрещива-

Таблица 5. Оценка эффектов СКС и вариантов линий по признаку «продуктивность» растения, 2018 г.

Родительские линии	Отцовские (опылитель) линии							Si варианса
	Материнские линии	SKK44	Ф461	SKK9	Л307ол	ЭнЛ307	Ф46Кт 227	
S6	0,11	-0,14	0,12	0,12	-0,15	0,12	-0,18	0,02
msТол71	0,12	-0,44	0,16	-0,11	0,14	-0,29	0,13	0,06
msИлм57	0,24	0,16	-0,84	-0,18	-0,40	0,16	0,11	0,17
msЭн57	-0,22	-0,40	-0,30	0,22	0,24	-0,83	-0,90	0,32
msЛум	-0,12	0,75	0,41	-0,68	-0,16	0,17	0,50	0,25
msЯнт85	-0,15	0,10	-0,21	0,20	0,33	-0,70	-0,29	0,13
Sj варианта	0,03	0,19	0,21	0,12	0,08	0,27	0,24	

Таблица 6. Результаты оценки ОКС линий перца сладкого в высокопродуктивных комбинациях, 2018 г.

Гибрид	Продуктивность, кг	Масса плода, г	ОКС по продуктивности		Эффекты СКС
			♀	♂	
msТол71xSKK44	1,61	99,4	высокая	высокая	0,12
msТол71xСамф322	1,55	103,0	высокая	высокая	0,13
msЭн57xЭнЛ307	1,53	141,5	средняя	высокая	0,24
msИлм57xSKK44	1,61	106,0	средняя	высокая	0,24
msЯнт85xЭнЛ307	1,61	117,1	средняя	высокая	0,33

нии, то можно отметить следующую тенденцию: данные гибриды получены с участием линий, имеющих высокие ОКС по продуктивности обоих родителей или материнскую линию со средней ОКС и отцовские — с высокой (табл. 5). Эффекты СКС в данных комбинациях средние — от 0,12 до 0,33.

Чтобы получить высокопродуктивные гибриды с крупными плодами, необходимо, чтобы обе родительские линии имели еще высокие ОКС по массе плода, как в гибридных комбинациях (msЭн57 × ЭнЛ307) и (msЯнт85 × ЭнЛ307 (табл. 6).

Из 42 изученных гибридов только 2 имеют высокую продуктивность и очень крупные призматические плоды (141,5–142,2 г) — (msЭн57 × ЭнЛ307), (msЭн57 × Л307ол) и 4 гибрида — высокую продуктивность и крупные плоды: (msТол71 × SKK9), (msЯнт85 × ЭнЛ307), (msЯнт85 × Самф322), (msИлм57 × Самф322). В представленной группе только гибрид (msЯнт85 × ЭнЛ307)F<sub>1</sub> — с призматическими плодами.

### Выводы

1. В 2019 году у отдельных линий под влиянием стрессовых условий на растения ОКС по средней массе плода изменилась. Стабильно высокие ОКС по массе плода имеют 2 стерильные линии: msЭн57, msЯнт85, стабильно низкие — 5 линий, 6 линий были не стабильны.

2. Высокими вариантами ОКС по количеству плодов, убранных с растения в период с 17 июля по 6 сентября, обладали линии: SKK44, msТол71(72), msЛум, средними — S6, msИлм57.

3. Выделились по продуктивности в 2018 году 14 гибридов F<sub>1</sub>, существенно превышающие стандарт — от 141 г до 488 г.

4. В 2018 году проведена оценка ОКС и СКС родительских линий по признаку «продуктивность» растения.

5. Определен принцип подбора родительских пар для скрещивания при получении крупноплодных высокоурожайных гибридов, выделены 6 перспективных гибридов для дальнейшего изучения.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Бунин, М. С. Производство гибридных семян овощных культур: уч. пособие / М. С. Бунин, Г. Ф. Монахос, В. И. Терехова. — М.: Изд-во РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева, 2011. — 182 с.
2. Вольф, В. Г. Методические рекомендации по применению математических методов для анализа экспериментальных данных по изучению комбинационной способности / В. Г. Вольф, П. П. Литун, А. В. Хавелова, Р. И. Кузьменко. — Харьков, 1980. — 75 с.

3. Королева, С. В., Севостьянова, З. А. Комбинационная способность линий перца сладкого по биохимическим признакам плодов. / С. В. Королева, З. А. Севостьянова // Рисоводство. — 2015. — № 1–2. — С. 80–83.
4. Мамедов, М. И., Пышная, О. Н. Комбинационная способность раннеспелых линий перца сладкого по количественным признакам // Научные труды к Междун. совещ. по семеноводству. — М., 2001. — С. 97–106.
5. Милкова, Л. Комбинативна способит в диаллелна кръетоска пипер (*Capsicum annuum L.*) // Генетика и селекция (НРБ), 1979. — Т. 12. — № 1. — С. 62–67.
6. Пышная, О. Н. Селекция перца / Пышная О. Н., Мамедов М. И., Пивоваров В. Ф.. — М., 2012. — 247с.
7. Савченко, В. К. Метод оценки комбинационной способности генетически разнокачественных наборов родительских форм // Методика генет.-селекц. и генет. экспериментов. — Минск, 1973. — С. 48–77.
8. Ahmed, N., Khan, S. H., Tanki, M. I. Combining ability analysis for fruit yield and its component characters in sweet pepper (*Capsicum annuum L.*) // *Capsicum and Eggplant Newsletter*, 1997 — V. 16. — P. 72–75.
9. Doshi, K. M., Shukla, P. T. Combining ability analysis for fresh fruit yield and its components over environments in chilli (*Capsicum annuum L.*) // *Capsicum and Eggplant Newsletter*, 2000 — V. 19. — P. 82–85.
10. Gill, H. S., Thakur, P. C., Thakur, T. C. Combining ability in sweet pepper (*Capsicum annuum L. variety grossum Sendt*) // *Indian J. Agr. Sei.* 43(10), 1973. — P. 918–921.

## REFERENCES

1. Bunin, M. S. Production of hybrid seeds of vegetable crops: guidelines / M. S. Bunin, G. F. Monakhos, V. I. Terekhova. — M.: Publishing office of RSAU — MAA named after K. A. Timiryazev, 2011. — 182 p.
2. Wolf, V. G. Guidelines for the use of mathematical methods for the analysis of experimental data on the study of combining ability / V. G. Wolf, P. P. Litun, A. V. Khavelova, R. I. Kuzmenko. — Kharkov, 1980. — 75 p.
3. Koroleva, S. V., Sevostyanova, Z. A. Combining ability of sweet pepper lines by biochemical traits / S. V. Koroleva, Z. A. Sevostyanova // *Ricegrowing*. — 2015. — № 1–2. — P. 80–83.
4. Mamedov, M. I., Pyshnaya, O. N. Combining ability of early ripening sweet pepper lines by quantitative traits // *Scientific works to the Intern. conference on seed production*. — M., 2001. — P. 97–106.
5. Milkova, L. Combining ability of diallele sweet pepper (*Capsicum annuum L.*) // *Genetic and breeding (NRB)*, 1979. — V. 12. — № 1. — P. 62–67.
6. Pyshnaya, O. N. Pepper breeding / Pyshnaya O. N., Mamedov M. I., Pivovarov V. F. — M., 2012. — 247 p.
7. Savchenko, V. K. A method for assessing the combining ability of genetically diverse sets of parental forms // *Methodic of genetic-breeding and genetic experiments*. — Minsk, 1973. — P. 48–77.
8. Ahmed, N., Khan, S. H., Tanki, M. I. Combining ability analysis for fruit yield and its component characters in sweet pepper (*Capsicum annuum L.*) // *Capsicum and Eggplant Newsletter*, 1997 — V. 16. — P. 72–75.
9. Doshi, K. M., Shukla, P. T. Combining ability analysis for fresh fruit yield and its components over environments in chilli (*Capsicum annuum L.*) // *Capsicum and Eggplant Newsletter*, 2000 — V. 19. — P. 82–85.
10. Gill, H. S., Thakur, P. C., Thakur, T. C. Combining ability in sweet pepper (*Capsicum annuum L. variety grossum Sendt*) // *Indian J. Agr. Sei.* 43(10), 1973. — P. 918–921.

### Светлана Викторовна Королева

Заведующая отделом овощекартофелеводства,  
ведущий научный сотрудник отдела  
овощекартофелеводства  
E-mail: agrotransfer@mail.ru

### Svetlana V. Koroleva

Head Department of vegetable and potato growing,  
leading researcher of the Department of vegetable  
and potato growing  
E-mail: agrotransfer@mail.ru

### Нелли Владимировна Шуляк

Младший научный сотрудник отдела  
овощекартофелеводства  
E-mail: nellipolyakova2019@mail.ru

### Nelli V. Shulyak

Junior researcher of the Department of vegetable  
and potato growing  
E-mail: nellipolyakova2019@mail.ru

Все: ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт риса», 350921, Краснодар, пос. Белозерный, 3

All: FSBSI «All-Russian research Institute of rice», Belozerny village, 3, Krasnodar, Russian Federation, 350921



УДК: 635.342:631.524.86

С. А. Юрченко,  
г. Краснодар, Россия

### ИЗУЧЕНИЕ ОБЩЕЙ И СПЕЦИФИЧЕСКОЙ КОМБИНАЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ СРЕДНЕПОЗДНИХ ЛИНИЙ КАПУСТЫ БЕЛОКОЧАННОЙ ПО ПРИЗНАКУ «МАССА КОЧАНА»

Создание гибридов капусты белокочанной основано на использовании гетерозиса. Главной проблемой при гибридизации, является подбор родительских пар. При скрещивании линий крайне редко удается получить высокопродуктивные гибриды. Эту проблему помогает решить оценка линий на комбинационную способность. В статье представлена комбинационная способность массы кочана среднепоздних линий капусты белокочанной. Этот признак является одним из важнейших данной овощной культуры, ввиду его высокой взаимосвязи с урожайностью. Целью исследования является оценка на общую и специфическую комбинационную способность по признаку «масса кочана» новых среднепоздних линий капусты белокочанной, обладающих групповой устойчивостью к болезням и выявление ценного исходного материала для гетерозисной селекции данной культуры. В качестве типа скрещиваний мы использовали полные топкроссы, в схему которых взяты 7 новых линий с групповой устойчивостью к болезням: Тен1-270-1, 272-Цр2, 272-Бр10-2-1, Тен4-272, Тен-272, 270-4а-Хн1ф111-1-4, 269-Яс12 и 4 тестера: Пар-32п, ПП-1, msБс, Тра3п1-1-1. В результате проведенной гибридизации нами были получены 28 тесткроссных гибридов. В качестве стандарта взяты гибриды капусты белокочанной Илона F<sub>1</sub> и Квартет F<sub>1</sub>. В ходе исследований установлено, что у новых самонесовместимых инбредных линий среднепоздней капусты белокочанной, признак «масса кочана» контролируется полигенной системой. Линии различались по аддитивным и доминантным эффектам. В гибридах F<sub>1</sub> при контроле массы кочана большое влияние оказывают и специфические взаимодействия генов — сверхдоминирование и эпистаз. Были определены эффекты общей и варианты специфической комбинационной способности исследуемого материала. Выявлены наиболее перспективные линии для дальнейшей селекционной работы по созданию новых отечественных гибридов капусты белокочанной с групповой устойчивостью к болезням.

**Ключевые слова:** капуста белокочанная, селекция, тесткроссные гибриды, комбинационная способность, эффекты ОКС, варианты СКС.

### STUDY OF GENERAL AND SPECIFIC COMBINING ABILITY OF MEDIUM-LATE LINES OF WHITE CABBAGE BY THE TRAIT “MASS OF THE HEAD”

Development of new hybrids of white cabbage is based on the use of heterosis. The main problem with hybridization is the selection of parental pairs. When crossing lines, it is extremely rare to obtain highly productive hybrids. Assessment of lines for combining ability helps us to solve this problem. The article presents an assessment of the lines for general and specific combining ability of the mass of head of medium-late cabbage. This trait is one of the most important for this vegetable crop, due to its high relationship with productivity. The aim of the study is to evaluate the general and specific combining ability by the trait “mass of the head” of new medium-late lines of white cabbage with group resistance to disease and the identification of valuable source material for heterotic breeding of this crop. As a type of crosses, we used full topcrosses. The complete topcross scheme includes 7 new lines with group disease resistance: Ten1-270-1, 272-Cr2, 272-Br10-2-1, Ten4-272, Ten-272, 270-4a-Khn1f111-1-4, 269-Яс12 and 4 testers: Par-32p, PP-1, msBS, Tra3p1-1-1. As a result of the hybridization, we obtained 28 testcross hybrids. Hybrids of white cabbage Ilona F<sub>1</sub> and Quartet F<sub>1</sub> were taken as a standard. In the course of studies, it was found that in new self-incompatible inbred lines of medium-late white cabbage, the trait “mass of the head” is controlled by the polygenic system. The lines differed in additive and dominant effects. In F<sub>1</sub> hybrids, specific gene interactions — overdomination and epistasis — have a great influence on controlling the mass of the head. The effects of general and varieties of specific combining ability of the studied material were determined. The most promising lines for further breeding work on development of new domestic hybrids of white cabbage with group disease resistance have been identified.

**Key words:** white cabbage, breeding, testcross hybrids, combining ability, effects of general combining ability, varieties of specific combining ability.

#### Введение

Возделывание капусты белокочанной на юге России занимает 8–10 % от всех площадей под овощные культур. В Краснодарском крае площадь под посевы составляет около 5 тыс. га, причем в сельскохозяйственных предприятиях от 600 до

1200 га в зависимости от года [5]. Высокая и стабильная урожайность это одно из главных требований к выращиваемым гибридам.

Создание гибридов капусты белокочанной с высокой массой кочана является основной целью селекции овощных культур, так как данный при-

знак тесно связан с ее урожайностью. Следует отметить, что в последнее время идет тенденция на создание гибридов с кочаном порционного типа. Соответственно для практической селекции знание типа взаимодействия генов для данного признака, дает возможность определить направление дальнейшего использования линий в селекционном процессе.

Для определения генотипа отселектированных линий применяют методику по оценке комбинационной способности, которая позволяет определить возможность линий давать гетерозисное потомство при скрещивании с другими линиями, сортами или простыми гибридами. Комбинационную способность разделяют на общую (ОКС) и специфическую (СКС) [2]. Общая комбинационная способность — это среднее проявление инбредной линии в большом числе гибридных комбинаций. Ее величина дает представление о том, при скрещивании каких линий будут получены лучшие гибриды. Специфическая комбинационная способность — это индивидуальное проявление инбредной линии в отдельной специфической гибридной комбинации.

Проводимые ранее исследования доказывают, что признак «масса кочана» контролируется полигенной системой и чаще наследуется по принципу неполного доминирования [3, 8]. Другими исследователями было установлено преобладание доминантных и эпистатических эффектов над аддитивными во всех изученных ими комбинациях [10, 11]. Так исследования Крючкова А. В. показывают, что масса кочана контролируется полигонной системой. Варьирование линий по ОКС обусловлены аддитивными эффектами полигенов, а по СКС — сверхдоминированием и комплементарным эпистазом [6].

### **Цель исследований**

Изучить на общую и специфическую комбинационную способность по признаку «масса кочана» новые среднепоздние линии капусты белокочанной, обладающие групповой устойчивостью к болезням и выявить ценный исходный материал для гетерозисной селекции данной культуры.

Для выполнения поставленной цели решали следующие задачи: провести скрещивания самонесовместимых линий капусты белокочанной с тестерами, изучить тесткроссные гибриды по средней массе кочана, оценить линии на ОКС и СКС.

### **Материалы и методы**

Исследования проведены в период 2016–2018 гг. на опытных участках отдела овощеводства «ВНИИ риса». Гибридизация проведена в 2016 году по схеме полных топкроссов, которая основана на системе скрещиваний с тестерами [2]. В схему полного топкросса были взяты 7 новых линий с групповой устойчивостью к болезням: Тен1-270-1, 272-Цр2, 272-Бр10-2-1, Тен4-272, Тен-272, 270-4а-Хн1ф111-1-4, 269-Яс12 и 4 тестера: Пар-32п, ПП-1, msБс, Тра3п1-1-1. В результа-

те проведенной гибридизации нами были получены 28 тесткроссных гибридов. В статье приведены усредненные данные за 2 года исследования (2017–2018 гг.). Выращивание рассады проводили по кассетной технологии [9]. Посев в кассеты проводили в I декаде мая. Высадку рассады в поле — в I декаде июня, методом рендомизированных повторений. Повторность 3-х кратная, количество растений на делянку 10 шт., учетная площадь делянки — 3,5 кв. м. Схема посадки 90 × 50 см, расстояние между растениями — 50 см. Полив: капельное орошение. В качестве стандарта взяты гибриды капусты белокочанной Илона F<sub>1</sub> и Квартет F<sub>1</sub>.

Почвы на селекционно-опытном участке представлены западно-предкавказскими сверхмощными малогумусными выщелоченными черноземами. Механический состав их преимущественно глинистый. Содержание физической глины колеблется — 70–72 %, а илестых частиц — 28–30 %, которые придают почвам большую связность. Содержание гумуса в верхних слоях почвы — 3,5 %. Почвы достаточно богаты основными элементами минерального питания. Содержание общего азота в верхних горизонтах составляет — 0,41 %. Содержание фосфора (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) в пахотном слое — 65 мг/кг воздушно-сухой почвы. Обеспеченность калием достаточная — 2,5 %. Сумма поглощенных оснований 39 мгэкв на 100 г почвы. Реакция почвенного раствора близка к нейтральной, со слабой щелочностью — pH 6,7 (данные лабораторного анализа почв опытного участка, 2017 г.).

В течение вегетационного периода гибридных комбинаций и линий проводили фенологические наблюдения, биометрические измерения растений [1]. Статистическую обработку экспериментальных данных проводили с помощью методики Б. А. Доспехова [4, 7].

### **Результаты и обсуждение**

Дисперсионный анализ варiances комбинационной способности показал наличие существенных различий по ОКС линий, ОКС тестеров и СКС (табл. 1). Это доказывает существенное различие по аддитивным и доминантным эффектам гена в исследуемых линиях.

Средняя масса кочана в гибридных комбинациях варьировала в пределах от 1,75 кг у гибрида Пар3л × 269-Яс12 до 3,57 кг в комбинации msБс × 272-Бр10-2-1. У стандарта Илона F<sub>1</sub> средняя масса кочана составила 3,64 кг, а у Квартета F<sub>1</sub> — 2,67 кг. Двадцать гибридных комбинаций существенно превзошли стандарт Квартет F<sub>1</sub>, а стандарт Илона F<sub>1</sub> в сравнении с комбинациями, показал наибольшую массу кочана.

Анализ эффектов ОКС показывает, что у материнских линий они были в пределах от -0,29 до +0,28 кг, размах их варьирования составил 0,57 кг или 19,7 % от средней популяционной (табл. 2). Максимально положительными эффектами ОКС выделилась линия msБс. Линия Тран3п1 облада-

**Таблица 1. Дисперсионный анализ комбинационной способности капусты белокочанной по средней массе кочана**

Фактор варьирования	Сумма квадратов	Число степени свободы	Средний квадрат	Критерий, $F_{01}$	
				Фактическое	Табличное
ОКС линий $C_{gi}$	3,65	6	0,61	71,17	2,25
ОКС тестеров $C_{gj}$	1,78	3	0,59	69,17	2,76
СКС $C_{sij}$	2,82	18	0,16	18,31	1,7
Ошибки $C_z$	0,50	58	0,01		

**Таблица 2. Средняя масса кочана гибридных комбинаций и эффекты ОКС линий капусты белокочанной, кг (г. Краснодар, 2017, 2018 гг.)**

Линии	Тестеры				$g_i$
	ПарЗл	ПП-1	msБс	ТранЗп1	
Тен1-270-1	3,48	3,09	3,39	2,80	0,32
272-Цр2	2,27	2,06	2,50	1,95	-0,68
272-Бр10-2-1	3,04	3,00	3,57	3,36	0,37
Тен4-272	3,31	3,38	3,18	3,01	0,35
Тен-272	2,84	3,33	3,02	2,37	0,02
270-4а-Хн1ф111-1-4	1,95	3,25	2,94	2,19	-0,29
269-Яс12	1,75	3,50	3,49	2,42	-0,08
$g_j$	-0,21	0,21	0,28	-0,29	$U = 2,87$

Примечание:  $HCP_{05} = 0,08$ ,  $HCP_{01} g_i = 0,11$ ,  $HCP_{01} g_j = 0,08$ . Илона – 3,64 кг, Квартет – 2,67 кг.

ла низким эффектом ОКС. Среди отцовских линий обладающих групповой устойчивостью к фузариозному увяданию и сосудистому бактериозу эффекты ОКС варьировали в пределах от -0,68 до +0,37. Размах их варьирования был 1,04 кг, то есть в 1,8 раза больше, чем у материнских линий и составил 36,2 % от средней популяционной. Высокими эффектами ОКС выделились линии 272-Бр10-2-1 и Тен4-272, низкий показатель отмечен у линии 272-Цр2. Эффекты СКС свидетельствуют, что они были в больших пределах, чем эффекты ОКС: от -0,83 кг в комбинации ПарЗл × 269-Яс12, до 0,50 кг в комбинациях ПарЗл × Тен1-270-1 и ПП-1 × 269-Яс12 (табл. 3). Размах варьирования эффектов СКС составил 1,33 кг или 46,3 % от средней популяционной. Следует отметить, что самая большая масса кочана была у гибрида msБс × 272-Бр10-2-1, которая обусловлена наивысшими эффектами ОКС родительских линий и с положительными константами СКС при их скрещивании. На трех остальных гибридах с высокими показателями, положительный эффект ОКС только на одной родительской линии, но следует отметить наивысшие константы СКС.

Проведенная оценка на общую комбинационную способность показывает, что исследуемые линии следует распределить на 3 ранга (табл. 4). К первому рангу относятся образцы с положительным эффектом ОКС и наличием наименьшей су-

щественной разницы  $g_i$ ,  $g_j$ . Сюда входят 3 линии: Тен1-270-1, Тен4-272, 272-Бр10-2-1, а также 2 тестера (ПП-1, msБс). Ко второму рангу относится линия Тен-272, которая также имеет положительный эффект ОКС, но ниже  $HCP_{01}(g_i)$ . В третий ранг входят линии: 272-Цр2, 270-4а-Хн1ф111-1-4, 269-Яс12 с отрицательным показателем ОКС. Специфическую комбинационную способность определяли по величине дисперсии СКС ( $\sigma^2_{s_i}$ ) и ( $\sigma^2_{s_j}$ ). Исходя из результатов таблицы 3, исследуемые линии на специфическую комбинационную способность следует разделить на 2 ранга. К первому рангу относятся образцы с высокими показателями дисперсии СКС, 2 линии: 270-4а-Хн1ф111-1-4, 269-Яс12.

По результатам оценки на комбинационную способность, среднепоздние линии объединили в 5 групп, которые представлены графически на рисунке 1.

Первая группа линий с высокой ОКС (ранг 1) и низкой СКС (ранг 2). В эту группу вошли 3 линии: Тен1-270-1, 272-Бр10-2-1, Тен4-272.

Вторая группа линий со средней ОКС (ранг 2) и низкой СКС (ранг 2). В данной группе вошла линия Тен-272.

Третья группа линий с низкой ОКС (3 ранг) и высокая СКС (1 ранг). В данную группу вошли 2 линии: 270-4а-Хн1ф111-1-4, 269-Яс12.

Четвертая группа с низкой ОКС (ранг 3) и низкой СКС (ранг 2). В эту группу вошла линия 272-Цр2.

**Таблица 3. Эффекты и варианты СКС линий капусты белокочанной по признаку «масса кочана» (г. Краснодар, 2017, 2018 гг.)**

№ линий	№ тестеров				$\sigma^2 s_i$
	ПарЗл	ПП-1	msБс	ТранЗп1	
Тен1-270-1	0,50	-0,31	-0,08	-0,11	0,12
272-Цр2	0,28	-0,35	0,02	0,04	0,06
272-Бр10-2-1	0,00	-0,46	0,05	0,40	0,12
Тен4-272	0,30	-0,05	-0,32	0,08	0,06
Тен-272	0,16	0,22	-0,16	-0,23	0,04
270-4а-Хн1ф111-1-4	-0,42	0,45	0,08	-0,11	0,13
269-Яс12	-0,83	0,50	0,42	-0,08	0,37
$\sigma^2 s_j$	0,21	0,15	0,05	0,03	$\bar{\sigma}^2 s_i = 0,13$
					$\bar{\sigma}^2 s_j = 0,11$

<i>ПарЗл</i> × <i>Тен1-270-1</i>	$x_{ij} = 3,48$	$g_j = -0,21$	$g_j = +0,32$	$S_{ij} = +0,50$
<i>ПП-1</i> × <i>269-Яс12</i>	$x_{ij} = 3,50$	$g_j = +0,21$	$g_j = -0,08$	$S_{ij} = +0,50$
<i>msБс</i> × <i>272-Бр10-2-1</i>	$x_{ij} = 3,57$	$g_j = +0,28$	$g_j = +0,37$	$S_{ij} = +0,05$
<i>msБс</i> × <i>269-Яс12</i>	$x_{ij} = 3,49$	$g_j = +0,28$	$g_j = -0,08$	$S_{ij} = +0,4$

**Таблица 4. Результаты оценки общей (ОКС) и специфической (СКС) комбинационной способности среднепоздних линий капусты белокочанной по признаку «масса кочана» (г. Краснодар, 2017, 2018 гг.)**

№ линии	Оценки эффектов ОКС	Ранг по ОКС	Вариансы СКС	Ранг по СКС
Линии				
Тен1-270-1	0,32	1	0,12	2
272-Цр2	-0,68	3	0,06	2
272-Бр10-2-1	0,37	1	0,12	2
Тен4-272	0,35	1	0,06	2
Тен-272	0,02	2	0,04	2
270-4а-Хн1ф111-1-4	-0,29	3	0,13	1
269-Яс12	-0,08	3	0,37	1
НСР01 $g_i$	0,11			
Средняя оценка ( $\sigma^2 S_i$ )			0,13	

Для сравнения селекционной ценности каждой группы линий приведена средняя и максимальная масса кочана тесткроссных гибридов по каждой группе (рис. 1). Лучшими показателями характеризовалась первая группа линий. В данной группе средняя масса кочана тесткроссных гибридов составляла 3,22 кг, а максимальная 3,57 кг.

Нами установлено, что масса кочана тесткроссов, созданных с использованием линий из групп 2 и 3, находилась в среднем значении относительно групп 1 и 4. Отдельные комбинации этих групп достигали массы 3,33 и 3,5 кг, в данных образцах присутствует материнская линия ПП-1. Общая средняя масса кочана составляла 2,89 кг и 2,69 кг соответственно.

Созданные линии 4 группы с низкой ОКС и СКС в опыте показали наименьшие результаты по сред-

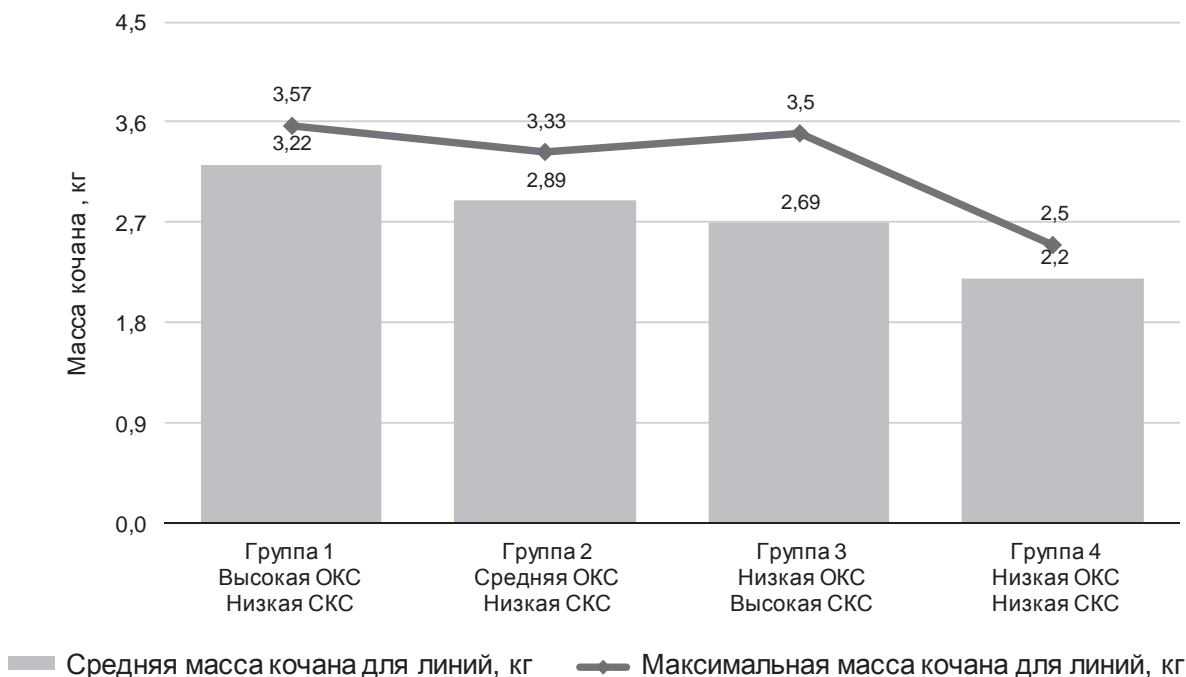
ней и максимальной массе кочана в группе. Данные линии целесообразно использовать для создания гибрида капусты белокочанной с кочаном порционного типа.

#### **Выводы**

В ходе исследований установлено, что у новых самонесовместимых инбредных линий среднепоздней капусты белокочанной, признак «масса кочана» контролируется полигенной системой. Линии различались по аддитивным и доминантным эффектам. В гибридах  $F_1$  при контроле массы кочана большое влияние оказывают и специфические взаимодействия генов — сверхдоминирование и эпистаз.

В комбинации *msБс* × *272-Бр10-2-1* наблюдался максимальный гетерозисный эффект, этому по-





**Рисунок 1. Средняя и максимальная масса кочана линий капусты белокочанной, различающихся по ОКС и СКС, кг (г. Краснодар, 2017–2018 г.)**

способствовали высокие показатели ОКС материнской, отцовской линий и эффект СКС. Большие значения были отмечены в комбинациях ПП-1 × 269-Яс12, ПарЗл × Тен1-270-1, msБс × 269-Яс12. При селекции капусты белокочанной на высокопродуктивные гибриды F<sub>1</sub> целесообразно использовать линии: Тен1-270-1, 272-Бр10-2-1. Линия 269-Яс12 имеет низкий ОКС, но с ее участием выделены 2 комбинации с большой массой кочана.

Это могло быть обусловлено высоким значением вариантов данной линии.

Для получения гибридов капусты с порционным типом кочана следует использовать линии с наименьшими эффектами ОКС и вариансами СКС. По предложенным требованиям в селекционный процесс необходимо включить линию 272-Цр2. Гибридные комбинации с данной линией по массе кочана не превышали 2,5 кг.

## ЛИТЕРАТУРА

- Белик, В. Ф. Методика опытного дела в овощеводстве и бахчеводстве / В. Ф. Белик. — М.: Агропромиздат. — 1992. — 319 с.
- Вольф, В. Г. Методические рекомендации по применению математических методов для анализа экспериментальных данных по изучению комбинационной способности / В. Г. Вольф, П. П. Литун, А. В. Хавелова, Р. И. Кузьменко. — Харьков, 1980. — 74 с.
- Джохадзе, Т. И. Комбинационные свойства скороспелых сортов белокочанной капусты // Методы ускорения селекции овощных культур: Сборник научных трудов. — Л.: Колос, 1975. — С. 45–47.
- Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. — М.: Агропромиздат. — 1985. — 351 с.
- Королева, С. В. Конвейер капусты для юга / С. В. Королева // Картофель и овощи. — Москва, 2013. — № 7. — С. 17–19.
- Крючков, А. В. Оценка комбинационной способности инородных линий среднеспелой белокочанной капусты по массе кочана / А. В. Крючков, Г. Ф. Монахов, НГУЕН ТХИ НГОК ХУЭ // Известия ТСХА. — Выпуск 1. — 1989. — С. 42–45.
- Литвинов, С. С. Методика полевого опыта в овощеводстве / С. С. Литвинов, М., 2011. — 650 с.
- Малахов, Е. И. Перспективные для нечерноземной зоны гибриды белокочанной капусты. — Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции / Е. И. Малахов, 1977, т. 60 вып. 3. — С.133–140.
- Самодуров, В. Н. Капуста белокочанная. Биология сорта, и гибриды F<sub>1</sub>, технология возделывания на Кубани / В. Н. Самодуров, С. В. Королева, С. В. Ситников, С. А. Дякунчак: Рекомендации. — Краснодар, 2009. — 39 с.
- Swarup V., Grill H. S. Singh Daljet // Indian journal of genetics and plant breeding. 1963. — Vol. 23. — N 1. — P. 90–100.
- Swarup V., Sharma B. R. // Indian journal of genetics and plant breeding, 1965. — Vol.25. — N 1. P. 57–64.

## REFERENCES

1. Belik, V. F. The experimental technique in vegetable growing and melon growing / V. F. Belik. — M.: Agropromizdat. — 1992. — 319 p.
2. Wolf, V. G. Guidelines for the use of mathematical methods for the analysis of experimental data on the study of combining ability / V. G. Wolf, P. P. Litun, A. V. Khavelova, R. I. Kuzmenko. — Kharkov, 1980. — 74p.
3. Dzhokhadze, T. I. Combining ability of early-ripening varieties of white cabbage // Methods of accelerating the breeding of vegetable crops: Collection of scientific papers. — L.: Kolos, 1975. — P. 45–47.
4. Dospekhov, B. A. Field experiment methodology (with the basics of statistical processing of research results) / B. A. Dospekhov. — M.: Agropromizdat. — 1985. — 351 p.
5. Koroleva, S. V. Cabbage conveyor for the south / S. V. Koroleva // Potatoes and vegetables. — Moscow, 2013. — № 7. — P. 17–19.
6. Kryuchkov, A. V. Assessment of the combining ability of foreign lines of mid-ripened cabbage by weight of head / A. V. Kryuchkov, G. F. Monakhov, NGUEN THI NGOK HUE // Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy. — Issue 1. — 1989. — P. 42–45.
7. Litvinov S. S. Field experiment in vegetable growing / S. S. Litvinov, M., 2011. — 650 p.
8. Malakhov, E. I. Hybrid cabbage promising for the non-chernozem zone. — Works on applied botany, genetics and breeding / E. I. Malakhov. — L.: Kolos, 1977. — V. 60. — Issue. 3. — P. 133–140.
9. Samodurov, V. N. White cabbage. Variety biology, and F<sub>1</sub> hybrids, cultivation technology in the Kuban / V. N. Samodurov, S. V. Koroleva, S. V. Sitnikov, S. A. Dyakunchak: Recommendations. — Krasnodar, 2009. — 39 p.
10. Swarup V., Grill H. S. Singh Daljet // Indian journal of genetics and plant breeding. 1963. — Vol. 23. — N 1. — P. 90–100.
11. Swarup V., Sharma B. R. // Indian journal of genetics and plant breeding, 1965. — Vol.25. — N 1. P. 57–64.

**Семен Александрович Юрченко**

научный сотрудник Уникальной научной  
установки «Коллекция генетических ресурсов  
риса, овощных и бахчевых культур»  
E-mail: mr.senya.yurchenko@mail.ru

**Semyon A. Yurchenko**

Scientist of the Unique Collection of genetic  
resources of rice, vegetables and melon crops  
E-mail: mr.senya.yurchenko@mail.ru

Все: ФГБНУ «Всероссийский научно-  
исследовательский институт риса», 350921,  
Краснодар, пос. Белозерный, 3

All: FSBSI «All-Russian research Institute of rice»,  
Belozerny village, 3, Krasnodar, Russian Federation,  
350921

УДК 633. 811:[635.649:635.075]

Я. К. Тосунов, канд. с.-х. наук,  
А. Я. Барчукова, канд. с.-х. наук,  
г. Краснодар, Россия

### ВЛИЯНИЕ ПРЕПАРАТА СТИМАКС МАРКА СТАРТ НА РОСТ, УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ПЛОДОВ ПЕРЦА СЛАДКОГО

Плоды перца сладкого ценятся главным образом из-за высокого содержания в них общих сахаров, органических кислот, клетчатки и каротина, а также макро- и микроэлементов. По содержанию витамина С плоды перца занимают первое место из овощной группы. Благодаря своим высоким питательным качествам плоды перца сладкого являются незаменимым продуктом в питании человека.

В статье представлены результаты исследований влияния некорневых подкормок растений перца сладкого минеральным удобрением Стимакс марка Старт на ростовые и формообразовательные процессы, урожайность и качество плодов. Препарат Стимакс марка Старт содержит необходимые элементы питания для растений, а также физиологически-активные вещества из экстракта водорослей. Под действием испытуемого препарата высота растений увеличилась на 2,4–6,7 см, площадь листьев на 72,8–188,9 см<sup>2</sup>, прирост по сырой и сухой массе на растение составило 3,84–11,89 и 0,56–2,18 г соответственно. Четырехкратное применение агрохимиката привело к увеличению числа плодов с растения, а также их биометрических показателей. В результате чего урожайность с куста составила 439,94–537,43 г, против 370,93 г контрольного варианта. Было установлено, что максимальная прибавка урожая 46,3 ц/га или 27,1 %, при урожайности 170,8 ц/га в контроле была получена в варианте с проведением некорневой подкормки растений четырехкратно, начиная с фазы бутонизации и последующие три с интервалом 10 дней с дозой 1,8 л/га. Под действием применяемого препарата увеличилось содержание в плодах сахаров и аскорбиновой кислоты. В варианте с максимальной дозой применения препарата получены самые высокие значения по содержанию в них сахаров и витамина С (4,5 %, 190,4 мг/100 г сыр. в-ва, в контроле 3,0 и 127,6 соответственно).

**Ключевые слова:** перец сладкий, препарат Стимакс марка Старт, некорневая подкормка, рост, урожайность, качество плодов, сахар, витамин С.

### THE INFLUENCE OF THE DRUG SEMAX BRAND START ON GROWTH, YIELD AND FRUIT QUALITY OF SWEET PEPPER

Sweet pepper fruits are valued mainly due to their high content of common sugars, organic acids, fiber and carotene, as well as macro and micronutrients. By the content of vitamin C, pepper fruits take the first place from the vegetable group. Due to its high nutritional qualities, the fruits of sweet pepper are an indispensable product in human nutrition.

The article presents the results of studies of the effect of foliar dressing of sweet pepper plants with the Stimaks Start brand mineral fertilizer on growth and shaping processes, yield and quality of fruits. The drug Stimax brand Start contains the necessary nutrients for plants, as well as physiologically active substances from the algae extract. Under the action of the test drug, the height of the plants increased by 2.4–6.7 cm, the leaf area by 72.8–188.9 cm<sup>2</sup>, the increase in wet and dry weight per plant was 3.84–11.89 and 0.56–2.18 g, respectively. Four times the use of the agrochemical led to an increase in the number of fruits from the plant, as well as their biometric indicators. As a result, the yield from the bush was 439.94–537.43 g, against 370.93 g of the control variant. It was found that the maximum yield increase of 46.3 kg / ha or 27.1 %, with a yield of 170.8 kg / ha in the control was obtained in the variant with foliar feeding of plants four times, starting from the budding phase and the next three with an interval of 10 days with a dose of 1.8 l / ha. Under the influence of the drug used, the content of sugars and ascorbic acid in the fruits increased. In the variant with the maximum dose of the drug, the highest values were obtained for the content of sugars and vitamin C in them (4.5 %, 190.4 mg / 100 g of raw substance).

**Key words:** sweet pepper, drug Stimaks Start brand, foliar top dressing, growth, yield, fruit quality, sugar, vitamin C.

#### Введение

Перец сладкий по накоплению витамина С (100–300 мг/100 г) превосходит все возделываемые овощные культуры. Кроме того, в его плодах содержатся витамины группы В (тиамин, рибофлавин) — 0,02–0,10 мг%, фолиевая кислота — 0,1–0,2 мг%, витамин РР — до 400 мг на 100 г массы сырого вещества. Поэтому перец считают поливитаминным продуктом.

Перец предъявляет высокие требования к влажности почвы и к почвенному плодородию, хорошо отзывается на некорневые подкормки, проводимые в течение вегетации минеральными и органическими удобрениями, особенно при их совместном применении.

Испытуемое минеральное удобрение Стимакс марка Старт содержит макро- и микроэлементы, экстракт водорослей. И каждый из входящих в со-

став элементов выполняет свойственные ему функции. Так, все физиолого-биохимические процессы в растительном организме происходят под действием катализаторов — ферментов, в состав которых входит азот. При недостатке азота тормозится рост растений [3, 6].

Недостаток железа тормозит два важнейших процесса энергообмена растений — фотосинтез и дыхание. У растений, испытывающих недостаток железа, содержание хлорофилла снижается в 20–30 раз [12]. Марганец также повышает интенсивность фотосинтеза и участвует в биосинтезе хлорофилла. Наличие марганца является необходимым условием для образования аскорбиновой кислоты [7].

Цинк необходим для роста и развития растений. Он принимает участие в метаболизме стимуляторов и ингибиторов роста, а также нуклеиновых кислот и белков, т.е. тех звеньев обмена веществ, которые определяют ростовую реакцию растений [5, 11]. Симптомом цинкового голодания у растений является возникновение хлоротичных пятен между жилками листьев, преждевременное созревание и резкое снижение продуктивности [4].

При некорневых подкормках растений активизируются окислительно-восстановительные процессы, дыхание, оплодотворение, повышается урожайность и качество плодов. В состав раствора, используемого для подкормки овощных культур, наряду с макроэлементами, целесообразно вводить микроэлементы и регуляторы роста растений [8, 9, 10].

Учитывая, что спрос на эту овощную продукцию опережает ее производство, поиск способов повышения урожайности и качества перца сладкого является актуальной задачей.

### **Цель исследований**

Изучить влияние некорневых подкормок растений перца сладкого испытуемым препаратом на их рост, плодообразование, урожайность и качество плодов.

### **Материалы и методы**

Исследования проводились в условиях полевого опыта. Учетная площадь делянок — 10 м<sup>2</sup>, повторность опыта — четырехкратная.

Объект исследования — раннеспелый сорт (78–87 дней от всходов до технической спелости) перца сладкого — Здоровье.

Схема опыта включала следующие варианты:

— контроль — без проведения некорневых подкормок;

— Стимакс Старт — некорневая подкормка: 1-я — в фазе начала бутонизации, 2-я, 3-я и 4-я подкормки с интервалом 10 дней, расход агрохимиката — 1,2 мл/га, расход рабочего раствора — 300 л/га;

— Стимакс Старт — некорневая подкормка: 1-я — в фазе начала бутонизации, 2-я, 3-я и 4-я подкормки с интервалом 10 дней, расход агрохи-

миката — 1,5 мл/га, расход рабочего раствора — 300 л/га;

— Стимакс Старт — некорневая подкормка: 1-я — в фазе начала бутонизации, 2-я, 3-я и 4-я подкормки с интервалом 10 дней, расход агрохимиката — 1,8 мл/га, расход рабочего раствора — 300 л/га.

Отбор растительных проб проводили в фазу массового цветения для определения высоты растений, биомассы и сухой массы надземных органов весовым методом, площади листьев методом высечек.

Уборку урожая проводили по мере созревания плодов, учет урожая — по сумме проведенных отборов. Одновременно с уборкой проводили структурный анализ урожая — определяли длину, диаметр и массу плодов, число и массу плодов с куста, а также содержание в них общего сахара по методу Иссекутца и витамина С по Мурри [2].

Полученные данные обрабатывали методом дисперсионного анализа по Б. А. Доспехову [1].

### **Результаты и обсуждение**

Перец отличается не только продолжительным ростом, но и продолжительным цветением и плодоношением, поэтому последовательно проводимые некорневые подкормки растений перца испытуемым препаратом, несомненно простимулировали эти процессы.

Как видно из данных таблицы 1, в опытных вариантах формировались более высокорослые (высота — 37,8–42,1 см, в контроле — 35,4 см) и более облиственные (площадь листьев — 738,2–854,3 в контроле — 665,4 см<sup>2</sup>) кусты, что способствовало активному нарастанию биомассы (48,70–56,78 г, в контроле — 44,89 г) и сухой массы (8,96–10,58 и 8,40 г/растение соответственно) надземными органами растений. При этом следует отметить, что наиболее мощные по габитусу кусты формировались при применении агрохимиката Стимакс Старт в дозе 1,8 л/га.

Учитывая, что в получении высокого урожая сельскохозяйственных культур, в том числе и перца, ведущая роль отводится фотосинтезу, существенное увеличение листовой поверхности в опытных вариантах под действием испытуемого препарата, несомненно, скажется на плодообразовании.

Данные таблицы 2 показывают, что проведение некорневой подкормки растений перца препаратом Стимакс Старт способствовало формированию большего количества плодов (6,4–7,3 шт., в контроле — 5,9 шт.), более крупных по размеру (диаметр — 4,5–4,6 см, в контроле — 4,3 см, длина — 8,0–8,4 см, в контроле — 7,6 см) и массе (68,74–73,62 г, в контроле — 62,87 г). Сбор плодов с куста, по отношению к контрольному варианту возросла на 18,6–44,9 % (439,94–537,43 г против 370,93 в контроле). Максимальный сбор плодов перца сладкого с куста был отмечен в варианте с применением препарата Стимакс Старт в дозе 1,8 л/га.



**Таблица 1. Влияние испытуемого препарата на рост растений перца сладкого (Краснодар, 2016 г.)**

Вариант	Высота растения, см	Площадь листьев, см <sup>2</sup>	Масса надземных органов, г/растение	
			сырая	сухая
Контроль — без обработки	35,4	665,4	44,89	8,40
Стимакс Старт — 1,2 л/га	37,8	738,2	48,70	8,96
Стимакс Старт — 1,5 л/га	39,4	784,2	53,11	9,87
Стимакс Старт — 1,8 л/га	42,1	854,3	56,78	10,58
НСР <sub>05</sub>	1,4	26,6	1,78	0,33

**Таблица 2. Влияние испытуемого препарата на формирование плодов перца сладкого (Краснодар, 2016 г.)**

Вариант	Число плодов, шт./куст	Параметры плода			Масса плодов, г/куст
		диаметр, см	длина, см	масса, г	
Контроль — без обработки	5,9	4,3	7,6	62,87	370,93
Стимакс Старт — 1,2 л/га	6,4	4,5	8,0	68,74	439,94
Стимакс Старт — 1,5 л/га	6,8	4,5	8,2	71,28	484,70
Стимакс Старт — 1,8 л/га	7,3	4,6	8,4	73,62	537,43
НСР <sub>05</sub>	0,2	0,1	0,3	2,39	15,90

Увеличение числа плодов и их массы с куста под действием испытуемого препарата положительно сказалось на величине урожая и качестве плодов перца сладкого.

Представленные в таблице 3 данные указывают на тот факт, что четырехкратное применение агрохимиката Стимакс Старт в технологии возделывания перца привело не только к увеличению урожайности, но и улучшению качества плодов сладкого перца. В опытных вариантах урожайность составила 194,4–217,1, в контроле 170,8 ц/га.

Прибавка урожайности от применения испытуемого препарата составила 13,8–27,1 %, максимальной она была в варианте с применением препарата Стимакс марка Старт в дозе 1,8 л/га. В плодах перца сладкого в опытных вариантах содержание общих сахаров и витамина С пре-

высило таковое контрольного варианта на 0,8–1,5 % и 33,2–62,8 мг/100 г сырого вещества соответственно.

#### Выводы

1. Проведение некорневой подкормки растений перца сладкого минеральным удобрением Стимакс марка Старт четырехкратно (1-я — в начале бутонизации, 2-я, 3-я и 4-я — с интервалом 10 дней) способствует усилению роста растений в высоту, нарастанию листового аппарата и массы (сырой и сухой) надземных органов.

2. Максимальная урожайность (217,1 ц/га, в контроле — 170,8 ц/га) и плоды высокого качества получены в варианте с четырехкратной некорневой подкормкой растений перца сладкого агрохимикатом Стимакс марка Старт в дозе 1,8 л/га (расход рабочего раствора — 300 л/га).

**Таблица 3. Влияние испытуемого препарата на урожайность и качество плодов перца сладкого (Краснодар, 2016 г.)**

Вариант	Урожайность, ц/га	Прибавка к контролю		Содержание в плодах	
		ц/га	%	сахара, %	витамина С, мг/100 г сыр. в-ва
Контроль — без обработки	170,8	—	—	3,0	127,6
Стимакс Старт — 1,2 л/га	194,4	23,6	13,8	3,8	160,9
Стимакс Старт — 1,5 л/га	204,4	33,6	19,7	4,2	186,7
Стимакс Старт — 1,8 л/га	217,1	46,3	27,1	4,5	190,4
НСР <sub>05</sub>	8,8				

## ЛИТЕРАТУРА

1. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. — М.: Колос, 1985.
2. Иванов, Н. Н. Методика физиологии и биохимии растений / Н. Н. Иванов. — 4 изд., исп. и доп. — М.-Л.: Сельхозиздат, 1946. — 493 с.
3. Измайлов, С. Ф. Азотный обмен в растениях / С. Ф. Измайлов. — М.: Наука, 1986. — 320 с.
4. Ионов, Ф. В. Роль цинковых удобрений в повышении продуктивности риса / Ф. В. Ионов // Интенсивные технологии выращивания основных зерновых культур в Ростовской области. — Персиановка, 1988. — С. 95–102.
5. Кефели, В. И. Природные ингибиторы роста и фитогормоны / В. И. Кефели. — М.: Наука, 1974. — 253 с.
6. Осипов, А. И. Роль азота в плодородии почв и питании растений / А. И. Осипов, О. А. Соколов. — СПб., 2001. — 360 с.
7. Ратнер, Е. Н. Питание растений и применение удобрений / Е. Н. Ратнер. — М.: Наука, 1965. — 224 с.
8. Тосунов, Я. К. Урожайность и качество плодов пасленовых культур под действием препарата НВ-ЭКО / Я. К. Тосунов, А. Я. Барчукова // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета, 2013. — № 92. — С. 849–858.
9. Тосунов, Я. К. Эффективность препарата Атоник Плюс на картофеле / Я. К. Тосунов, А. Я. Барчукова // Труды Кубанского аграрного университета, 2014. — № 48. — С. 102–105.
10. Тосунов, Я. К. Эффективность применения препарата Гидрогумин на картофеле / Я. К. Тосунов, А. Я. Барчукова, В. В. Дирин // Труды Кубанского аграрного университета, 2016. — № 58. — С. 167–170.
11. Хох, Ф. Роль цинка в обмене веществ. Микроэлементы / Ф. Хох, В. Валли. — М., 1962. — С. 435–470.
12. Чернавина, И. А. Физиология и биохимия микроэлементов / И. А. Чернавина. — М.: Высшая школа, 1970. — 310 с.

## REFERENCES

1. Dosphehov, B. A. Methods of field experience / B. A. Dosphehov. — M.: Kolos, 1985.
2. Ivanov, N. N. Methodology of physiology and biochemistry of plants / N. N. Ivanov. — 4th ed., Spanish. and add. — M.-L.: Selkhozizdat, 1946. — 493 p.
3. Izmailov, S. F. Nitrogen metabolism in plants / S. F. Izmailov. — M.: Nauka, 1986. — 320 p.
4. Ionov, F. V. The role of zinc fertilizers in increasing rice productivity / F. V. Ionov // Intensive technologies for growing major crops in the Rostov region. — Persianovka, 1988. — P. 95–102.
5. Kefeli, V. I. Natural growth inhibitors and phytohormones / V. I. Kefeli. — M.: Nauka, 1974. — 253 p.
6. Osipov, A. I. The role of nitrogen in soil fertility and plant nutrition / A. I. Osipov, O. A. Sokolov. — SPb., 2001. — 360 p.
7. Ratner, E. N. Plant nutrition and fertilizer use / E. N. Ratner. — M.: Nauka, 1965. — 224 p.
8. Tosunov, Y. K. Productivity and quality of fruits of nightshade crops under the influence of the drug NV-ECO / Ya. K. Tosunov, A. Ya. Barchukova // Political Mathematical Electronic Scientific Journal of the Kuban State Agrarian University, 2013. — № 92. — P. 849–858.
9. Tosunov, Ya. K. The effectiveness of the Atonik Plus preparation on potatoes / Ya. K. Tosunov, A. Ya. Barchukova // Transactions of the Kuban Agrarian University, 2014. — №. 48. — P. 102–105.
10. Tosunov, Ya. K. The effectiveness of the drug Hydrogumin on potatoes / Ya. K. Tosunov, A. Ya. Barchukova, V. V. Dirin // Transactions of the Kuban Agrarian University, 2016. — №. 58. — P. 167–170.
11. Hoch, F. The role of zinc in metabolism. Micronutrients / F. Hoch, W. Valley. — M., 1962. — P. 435–470.
12. Chernavina, I. A. Physiology and biochemistry of trace elements / I. A. Chernavina. — M.: Higher School, 1970. — 310 p.

**Янис Константинович Тосунов**

Доцент кафедры физиологии и биохимии растений, факультет агрохимии и защиты растений  
E-mail: [tosunyanis@yandex.ru](mailto:tosunyanis@yandex.ru)

**Yanis K. Tosunov**

Associate Professor, Department of physiology and biochemistry of plants, faculty of agricultural chemistry and plant protection  
E-mail: [tosunyanis@yandex.ru](mailto:tosunyanis@yandex.ru)

**Алла Яковлевна Барчукова**

Профессор кафедры физиологии и биохимии растений, факультет агрохимии и защиты растений  
E-mail: [nv.chernisheva@yandex.ru](mailto:nv.chernisheva@yandex.ru)

**Alla Y. Barchukova**

Professor, Department of physiology and biochemistry of plants, faculty of agricultural chemistry and plant protection  
E-mail: [nv.chernisheva@yandex.ru](mailto:nv.chernisheva@yandex.ru)

Все: ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет им. И. Т. Трубилина»  
350044, г. Краснодар, ул. Калинина, 13

All: FSBEI of Higher Education «Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin»  
13 Kalinina, Krasnodar, Russia, 350044

УДК: 635.262

**Е. Н. Благородова**, канд. с.-х. наук,  
**В. Э. Лазько**, канд. с.-х. наук  
**О. В. Якимова**,  
г. Краснодар, Россия

### **НОВИНКА — ОЗИМЫЙ СОРТ ЧЕСНОКА КРАСНОДАРСКИЙ-225**

*В структуре производства овощной продукции чеснок занимает особое место. За последние годы площади посева и сбор валовой продукции чеснока начинают увеличиваться. Объем производства чеснока в Краснодарском крае обеспечивает не более 15 % потребности. Дефицит производства чеснока в крае носит ярко выраженный характер, что связано с трудоемкостью культуры, отсутствием специализированной техники, высокопродуктивных сортов, невысокой урожайностью и сложностью. Успех выращивания озимого чеснока в Краснодарском крае зависит от семеноводства погодно-климатических факторов, использования сортов, устойчивых к температурным стрессам и адаптивных к почвенным условиям зоны выращивания, а также осуществления агротехнических приемов, способствующих максимальному использованию генетического потенциала сорта. Целью исследования явилось создание высокоурожайного сорта чеснока, адаптированного к почвенно-климатическим условиям Краснодарского края. Для определения адаптивности сорта чеснока Краснодарский-225 селекции ФГБНУ «ВНИИ риса» к почвенно-климатическим условиям выращивания проводили производственные испытания в трех зонах: в хозяйствах Успенского района, ст. Новониколаевской (Северо-восточная зона); Каневского района, ст. Новоминской (Северо-западная зона) и в Тимашевском районе, ст. Медведовской (Центральная зона), Краснодарский край. Высокая урожайность отмечена в Северо-Западной агроzone.*

**Ключевые слова:** озимый чеснок, новый сорт, урожайность.

### **NOVELTY — WINTER GRADE OF GARLIC KRASNODAR-225**

*Garlic occupies a special place in the structure of vegetable production. Over the last period, the area of sowing and harvesting of gross production of garlic begin to increase. The volume of garlic production in the Krasnodar region provides no more than 15 % of the need. The shortage of garlic production in the region is pronounced, which is due to the complexity of the culture, the lack of specialized equipment, highly productive varieties, low yields and complexity of seed production. The success of growing winter garlic in the Krasnodar region depends on weather and climatic factors, the use of varieties resistant to temperature stress and adaptive to soil conditions of the growing zone, as well as the implementation of agrotechnical techniques that contribute to the maximum use of the genetic potential of the variety. The aim of the research was to create a high-yielding variety of garlic adapted to the soil and climatic conditions of the Krasnodar region. To determine the adaptability of the varieties of garlic Krasnodar-225 selection FGBNU «research Institute of rice» to soil and climatic conditions of cultivation conducted production tests in three zones: in the farms of the assumption district, art. Novonikolaevskaya (North-Eastern zone); Kanevsky district, art. Novominskaya (North-Western zone) and Timashevsky district, art. Medvedovskaya (Central zone), Krasnodar region. High yields were observed in the North-Western agricultural zone.*

**Key words:** winter garlic, new variety, yield.

### **Введение**

Сотрудниками отдела овощеводства был выведен сорт озимого чеснока Краснодарский-225 и передан в 2018 в госкомиссию, по экспертной оценке, для включения в реестр. Исходная форма была выделена из местного чеснока степной зоны Крымского полуострова, по климатическим условиям схожим с Краснодарским краем. Отличительной особенностью данной зоны является острый дефицит влагообеспеченности. Осадков выпадает 250–350 мм в год и характер их распределения крайне неустойчив. Большая часть влагонакопления происходит в осеннее-весенний период. Зимы, как правило, бесснежные с сильными северо-восточными суховеями, способствующими сильному иссушению почвы. В летний период высокие температуры сдер-

живают рост луковиц чеснока, что приводят к преждевременному наступлению периода покоя [1, 2, 3, 4, 5]. Это значительно снижает качественные и количественные показатели урожайности чеснока. Поиск исходных форм в данном регионе выпал не случайно, так как в последние годы производственники чеснока в Краснодарском крае имели значительные потери по урожайности при схожем погодном сценарии. В популяции местного крымского сорта чеснока был выделен клон (Кр-389), который показал высокую адаптивность к почвенно-климатическим условиям Краснодарского края (рис. 1).

### **Цель исследований**

Создать высокоурожайный сорт адаптивный к почвенно-климатическим условиям Краснодарского края.





Рисунок 1. Озимый чеснок сорт Краснодарский-225 (Кр-389)

#### Материалы и методы

Рекомендуемая густота стояния — 50–55 шт. на 1 м<sup>2</sup> [6, 7]. Глубина заделки зубка в почву 4–5 см. Срок посадки: 3 декада октября — 2 декада но-

ября. Посаженный в это время чеснок успевает сформировать мощную корневую систему. Хорошо укоренившиеся растения чеснока, находясь в фазе покоя в момент температурных стрессов, обладают повышенной устойчивостью и легко переносят снижение температуры до  $-25...-28$  °С и сильно уязвимы в период роста. В последние годы на Кубани в зимний период нередко положительные температуры выше  $+5...+6$  °С, способствующие активизации ростовых процессов, развитию корневой системы и отрастанию листьев. Резкое падение температуры до  $-7$  °С и ниже приводит к значительным повреждениям листьев, ложного стебля и даже гибели растений.

Обязательное замачивание перед посадкой в растворе «Фитоспарина М».

#### Результаты и обсуждения

Краснодарский-225 озимый стрелкующийся сорт чеснока среднего срока созревания. Вегетационный период 120–140 суток. Листья широкие, снизу килеватые, сверху желобчатые, темно-зеленого цвета с восковым налетом. Листовая пластинка широкая, линейная, ее длина 40–60 см, ширина 1,8–2,2 см [10]. Количество листьев на одном растении колеблется от 6 до 12. Стрелка высотой 56–77 см. Луковица округло-плоская с индексом 0,7–0,9 (рис. 2). Масса луковицы 77–95 г, максимальная до 120 г, вкус острый (рис. 3).

Урожайность при схеме посадки  $90 + 50 \times 10$  до 6 т/га. Наружные сухие чешуи (5–6) толстые, плотные белого цвета с фиолетовыми прожилками. В луковице от 6 до 9 штук широких зубков с белой мякотью. Кожистые чешуи зубков плотные фиолетового цвета. Воздушные луковицы крупные, в одном соцветии от 42 до 112 штук. Лежкость 3 месяца, зимостойкость высокая 96–99 %. Химический состав луковицы: сухого вещества — 32,0–35,4 %, общего сахара 19,2 %, аскорбиновой кислоты — 6–7 мг%.

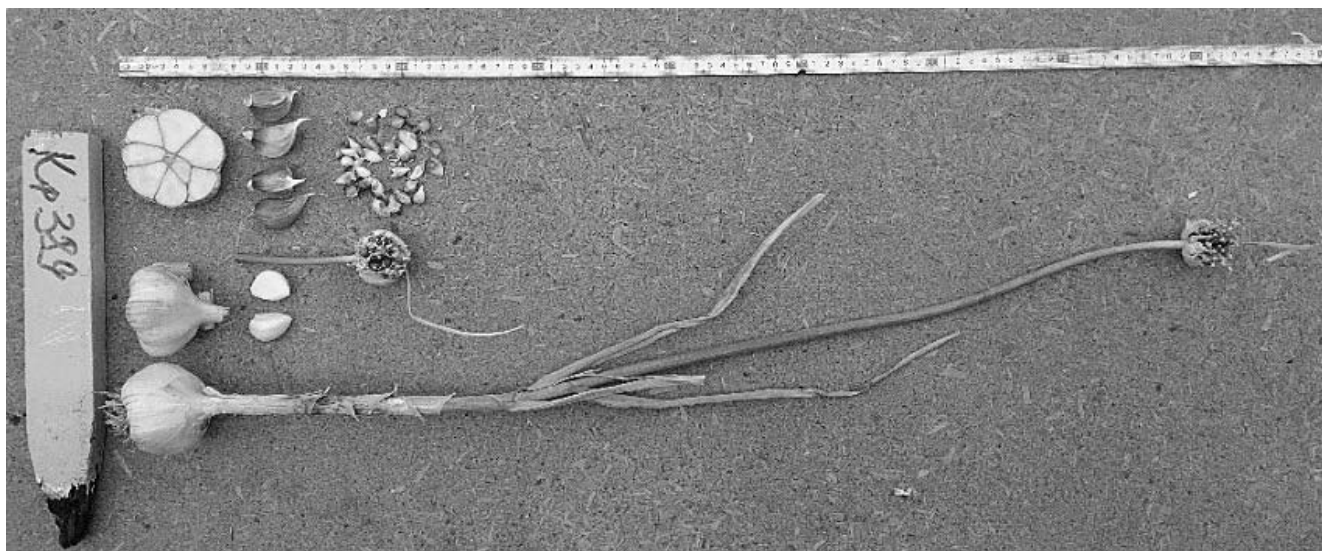


Рисунок 2. Общий вид растения озимого сорта чеснока Краснодарский-225 (Кр-389)





**Рисунок 3. Строение луковицы озимого сорта чеснока Краснодарский-225 (Кр-389)**

Химический состав сорта может меняться в зависимости от почвенно-климатических условий выращивания. Сорт предназначен для использования в колбасном производстве и при засолке овощей.

Сорт чеснока Краснодарский-225 значительно повышает урожай на почвах, богатых органическими веществами, положительно реагирует на внесение органических удобрений и на полив. Рекомендуемый срок посадки — третья декада октября — вторая декада ноября. Посадка проводится во влажную почву, когда температура на глубине 5 см снизится до + 12...+ 15°C, т. е. за 4–5 недель до наступления устойчивого похолодания с таким рас-

четом, чтобы он укоренился, но не отрос. Разделение луковицы на зубки — за 2–3 суток до посадки. Выбраковывают зубки, имеющие механические повреждения или больные.

После всходов весной обязательно проводить подкормку аммиачной селитрой по 100 кг/га в физическом весе, внесение гербицидов и полив [8, 9]. В период вегетации проводят 3–4 полива и между-рядные обработки. Приступить к уборке чеснока следует приступать при раскрытии покровного листа на соцветии.

Для определения адаптивности сорта чеснока Краснодарский-225 селекции ФГБНУ «ВНИИ риса» к почвенно-климатическим условиям выращивания проводили производственные испытания в разных зонах Краснодарского края. Для этих целей проводили экологическое испытание в трех зонах в хозяйствах Успенского района, ст. Новониколаевской (Северо-восточная зона); в Каневском районе, ст. Новоминской (Северо-западная зона) и в Тимашевском районе, ст. Медведовской (Центральная зона).

#### **Выводы**

Анализ полученных результатов показал, что сорт Краснодарский-225 не снижает урожайность в сухих степных условиях Северо-восточной зоны, где практически за весь период весенне-летней вегетации за годы исследований не выпадало достаточного количества осадков. Эта зона характеризуется дефицитом почвенной влаги и минимальным количеством осадков в период летней вегетации, что сказывается на продуктивности растений чеснока. Сорт чеснока Краснодарский-225 имел высокую продуктивность при недостатке увлажнения. При выращивании в Северо-Западной агрозоне имел достаточно высокую урожайность. В первую очередь это объясняется запасом влаги, который пополняется осадками в зимний период и весной способствует формированию достаточно развитого листового аппарата. Наиболее благоприятной, для выращивания оказалась центральная зона края.

Для того чтобы приблизиться к потенциальной продуктивности и получать луковицы высокого качества сорта чеснока Краснодарский-225 в зонах недостаточного увлажнения, рекомендуется на производственных участках организовывать полив.

#### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Алексеева, М. А. Культурные луки / М. А. Алексеева. — М.: Государственное издательство сельскохозяйственной литературы, 1960. — 304 с.
2. Боголепова, Н. И. Рекомендации по агротехнике и семеноводству чеснока на Кубани / Н. И. Боголепова, Л. В. Есаулова. — Краснодар, 2008. — С. 4–15.
3. Боголепова, Н. И. Селекция озимого чеснока в условиях Кубани / Н. И. Боголепова, С. А. Дякунчук // Сборник трудов ВНИИ овощеводства. — 2006. — Т. 1. — С. 74–76.
4. Гиш, Р. А. / Овощеводство юга России: учебник / Р. А. Гиш, Г. С. Гикало. — Краснодар: ЭДВИ, 2012. — 632 с.
5. Ершов, И. И. Лук. Чеснок / И. И. Ершов. — М., 1978. — 128 с.
6. Методика государственного сортоиспытания с/х культур. — М., 1975.

7. Методические указания по селекции луковых культур. — М., 1997.
8. Методика полевых и вегетационных опытов с удобрениями и гербицидами. — М.: Наука, 1967. — 183 с.
9. Методические указания по изучению коллекции лука и чеснока. — Л.: ВИР, 1986. — 80 с.
10. Широкий унифицированный классификатор СЭВ и Международной классификатор СЭВ, ЧССР, Оломоуц, 1980.

## REFERENCES

1. Alekseeva M. A. Cultural bows / M. A. Alekseeva. — Moscow: State publishing house of agricultural literature, 1960. — 304 p.
2. Bogolepova, N. I. Recommendations on agrotechnics and seed production of garlic in Kuban / N. I. bogolepova, L. V. Esaulova. — Krasnodar, 2008. — P. 4–15.
3. Bogolepova, N. Breeding of winter garlic in the conditions of Kuban. / N. I. Bogolepova, S. A. Dyakunchak // Proceedings of the Institute of vegetable growing, 2006. — Vol. 1. — P. 74–76.
4. Gish, R. A. / Vegetable growing in southern Russia: a textbook / R. A. Gish, G. S. Gikalo. — Krasnodar: EDVI, 2012. — 632 p.
5. Ershov, I. I. Luk. Chesnok / I. I. Ershov. — М., 1978. — 128 p.
6. Methods of state variety testing of agricultural crops. — М., 1975.
7. Guidelines for the selection of onion crops. — М., 1997.
8. Methods of field and vegetation experiments with fertilizers and herbicides. — Moscow: Nauka, 1967. — 183 p.
9. Guidelines for the study of the collection of onions and garlic. — Leningrad: VIR, 1986. — 80 p.
10. Wide unified classifier of CMEA and International classifier of CMEA, Czechoslovakia, Olomouc, 1980.

### **Благородова Елена Николаевна**

Доцент кафедры овощеводства  
ФГБОУ ВО «Кубанский государственный  
аграрный университет имени И. Т. Трубилина»  
350044, г. Краснодар, ул. Калинина, 13

### **Blagorodova Elena Nikolaevna**

Associate professor  
Federal State-funded Educational Institution of Higher  
Professional Education “Kuban State Agrarian  
University named after I. T. Trubilin”  
13 Kalinina Str., Krasnodar, Russian Federation,  
350044

### **Виктор Эдуардович Лазько**

Заведующий лабораторией бахчевых и луковых  
культур, ведущий научный сотрудник  
E-mail: arri\_kub@mail.ru

### **Viktor E. Lazko**

Head laboratory of melons and onion crops,  
leading researcher  
E-mail: arri\_kub@mail.ru

### **Ольга Владимировна Якимова**

Научный сотрудник лаборатории бахчевых  
и луковых культур  
E-mail: belyaeva12092013@yandex.ru

### **Olga V. Yakimova**

Researcher of the laboratory of cucurbit  
and onion crops  
E-mail: belyaeva12092013@yandex.ru

Все: ФГБНУ «Всероссийский научно-  
исследовательский институт риса»  
350921, Краснодар, пос. Белозерный, 3

All: FSBSI «All-Russian research Institute of rice»  
Belozerny village, 3, Krasnodar, Russian Federation,  
350921

УДК: 635.62:631.527:631.524.84

О. В. Якимова,  
В. Э. Лазько, канд. с.-х. наук  
г. Краснодар, Россия

### ОЦЕНКА И ОТБОР ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ СОЗДАНИЯ РОДИТЕЛЬСКИХ ЛИНИЙ ТЫКВЫ МУСКАТНОЙ ПОРЦИОННОГО РАЗМЕРА

Сложные современные экономические условия предъявляют новые требования к функционированию агропромышленного комплекса, что диктует необходимость проведения анализа состояния производства и реализации различных видов сельскохозяйственной продукции. Экономические преобразования, проводимые с начала 90-х годов, отрицательно сказались на объемах, сортовом составе и эффективности производства тыквы. За последний период площади посева и сбор валовой продукции тыквы значительно увеличиваются. Для удовлетворения потребности в плодах тыквы необходимы сорта и гибриды  $F_1$  с высокими положительными признаками, технологичностью в производстве и переработке. В статье проведена оценка и анализ данных при создании родительских линий тыквы мускатной порционного размера. Показана природа адаптивного потенциала тыквы, которая зависит от функционирования двух генетических систем: онтогенетической (индивидуальной) и филогенетической (популяционной). В онтогенетической адаптации выделяют потенциальную продуктивность, которая характеризуется не только величиной урожая, но и регулярностью и устойчивостью плодоношения для оценки будущего сорта или гибрида тыквы мускатной. Проводимые исследования позволяют поэтапно оценивать и выделять генетические источники по целому ряду признаков: порционный размер плодов, высокая продуктивность растений и устойчивость к абиотическим стрессам. Использование перспективных образцов в селекционном процессе максимально сократит время на создание мускатных и крупноплодных сортов и гибридов тыквы, отвечающих требованиям потребительского рынка — масса плодов не более 1,5–2,5 кг для разового потребления. Плоды должны обладать высоким качеством и лежкостью. Отобраны растения с высокой семенной продуктивностью.

**Ключевые слова:** тыква мускатная, порционный размер, экологическая пластичность, селекция, урожайность.

### EVALUATION AND SELECTION OF INITIAL MATERIAL TO DEVELOP THE PARENTAL LINES OF MUSCAT PUMPKIN OF PORTION SIZE

Complex modern economic conditions impose new requirements to the functioning of the agro-industrial complex, which dictates the need to analyze the state of production and sale of various types of agricultural products. The economic transformations carried out since the beginning of the 90s had a negative impact on the volumes, varietal composition, and efficiency of pumpkin production. Over the last period, the area of sowing and harvesting of gross pumpkin production has increased significantly. To meet the demand for pumpkin fruits,  $F_1$  varieties and hybrids with high positive characteristics, manufacturability in production and processing are needed. In the article the estimation and analysis of data at creation of parent lines of a pumpkin nutmeg of the portion size is carried out. The nature of the adaptive potential of the pumpkin, which depends on the functioning of two genetic systems ontogenetic (individual) and phylogenetic (population), is shown. In ontogenetic adaptation, potential productivity is distinguished, which is characterized not only by the size of the crop, but also by regularity and stability of fruiting to assess the future variety or hybrid of pumpkin nutmeg. The conducted studies allow evaluating and allocating genetic sources in stages on a number of features: portion size of fruits, high productivity of plants and resistance to abiotic stresses. The use of promising samples in the breeding process will maximally reduce the time for the creation of Muscat and large-fruited varieties and hybrids of pumpkin that meet the requirements of the consumer market — the size of the fruits is not more than 1.5–2.5 kg for single consumption, high quality and keeping quality of the fruits. Selected plants with high seed productivity.

**Key words:** muscat pumpkin, portion size, ecological plasticity, breeding, yield.

#### Введение

Тыква возделывается во всех странах мира, ценится высокими пищевыми и диетическими свойствами, обладает повышенной требовательностью к теплу. Плоды тыквы полезны для человеческого организма. В ее мякоти содержатся соли фосфорной кислоты, калия, кальция, магния, а также большое количество железа. Она богата витаминами  $B_1$ ,  $B_2$ ,  $B_6$ ,  $C$ ,  $E$ ,  $PP$ , провитамином  $A$ . В тыкве обнару-

жен витамин  $T$ , который способствует ускорению обменных процессов в организме [1].

У перерабатывающей промышленности вырос спрос на плоды тыквы, как сырья для производства детского питания, соков, пюре, овощной икры, повидла и лечебных продуктов. Из семян вырабатывают масло, муку, халву и конфеты.

По последним данным Минздрава норма потребления тыквы на человека составляет 7 кг в год.

Поэтому на потребительском рынке востребована тыква порционного размера массой 1,0–2,0 кг для одноразового использования. Но потребность в продукции тыквы у населения и перерабатывающей промышленности пока полностью не удовлетворяется, поэтому создание новых высокопродуктивных сортов и гибридов F<sub>1</sub> с ценными признаками, является актуальным направлением в селекции тыквенных культур.

На данный момент, сорта, созданные в ФГБНУ «ВНИИ риса» имеют довольно крупные размеры — до 10 кг и более. Перед селекционерами стоит задача создать сорта и гибриды порционного направления массой 1,5–2,5 кг, с отличными вкусовыми качествами, с высоким содержанием каротина и других витаминов и минеральных веществ, для одноразового использования.

Акцент селекционной работы сделан на создание и изучение исходного материала, а также отбор генетических источников по параметрам отвечающим модели будущего сорта или гибрида.

#### Цель исследований

Оценить и создать родительские линии тыквы мускатной, получить сорта и гибриды F<sub>1</sub> с плодами порционного направления, изучить и дать оценку исходному и селекционному материалу тыквы, выделить образцы с признаками, контролирующими устойчивость к абиотическим и биотическим стрессам, повышенным содержанием сухого вещества, каротина, сахара, определить адаптивный потенциал тыквы мускатной для массового размещения их в центральной зоне Краснодарского края с плодами порционного размера.

#### Материалы и методы

Исследовательская и селекционная работа с мускатной тыквой проводилась в соответствии с методическими указаниями в «Методика полевого опыта в овощеводстве» С. С. Литвинова и «Методика опытного дела в овощеводстве и бахчеводстве» В. Ф. Белика, статистическая обработка результатов опытов — по Б. А. Доспехову [2, 9, 7].

Учетная площадь делянки составляла 21 м<sup>2</sup>, повторность опыта 3-х кратная. Площадь питания одного растения — 2,1 м<sup>2</sup> (2,0 × 1,5 м). Расположение вариантов рендомизированное. Агротехнические мероприятия на селекционно-семеноводческих

участках проводились согласно рекомендациям КНИИОКХ по выращиванию бахчевых культур [10].

Природа адаптивного потенциала культурных растений зависит от функционирования двух генетических систем онтогенетической (индивидуальной) и филогенетической (популяционной). В процессе роста и развития растений в постоянно изменяющихся условиях среды эти системы при их взаимодействии одновременно влияют на изменчивость их адаптивных реакций, а также играют роль автономности. В структуре потенциала онтогенетической адаптации культивируемых растений выделяют потенциальную продуктивность и экологическую устойчивость, определяющих величину и качество урожая [4].

Знание специфики адаптивности каждого сорта помогает установить возможность его выращивания в определенных почвенно-климатических зонах и оценивает перспективность использования в селекционной работе в качестве родительских линий.

Для характеристики климата использованы данные приведенные в агроклиматическом справочнике по Краснодарскому краю и в агрометеобюллетене метеостанции г. Краснодара, пос. Белозерный, а также АМП Краснодар — Круглик.

Погодные условия периода вегетации оценивались по гидротермическому коэффициенту (ГТК), который рассчитывали по формуле Селянинова Г. Т.:

$$K = \frac{R}{0,1 \sum t}$$

где  $K$  — гидротермический коэффициент (ГТК);  
 $R$  — сумма осадков за период с температурой выше 10 °С;

$\sum t$  — сумма активных температур за тот же период времени.

По значению ГТК погодные условия вегетационного периода делятся на: избыточно влажные — более 1,6, влажные — 1,6–1,3, удовлетворительные — 1,3–1,0, слабо-засушливые — 1,0–0,7, засушливые — 0,7–0,4 и очень засушливые — меньше 0,4. Если ГТК находится в пределах 1,0–1,3, погодные условия для Центральной зоны Краснодарского края в период вегетации для тыквы считаются удовлетворительными.

Из таблицы 1 мы видим, что среднее значение ГТК за 3 года исследований 1,34, что является бла-

**Таблица 1. Суммы осадков, активных температур и гидротермический коэффициент (ГТК) вегетационного периода за 3 года (2015–2017 гг.)**

Год	Сумма		ГТК
	осадков, мм	температур, °С	
2015	407,1	3036,1	1,34
2016	311,9	2360,0	1,32
2017	309,6	2259,5	1,37
Среднее	241,5	2551,8	1,34



гоприятным условием по влажному и температурному режиму.

Почвы на селекционно-опытном участке представлены западно-предкавказскими сверхмощными малогумусными выщелоченными черноземами. Механический состав их преимущественно глинистый. Содержание физической глины колеблется от 64 % до 72 %, а илистых частиц — 39–42 %, которые придают почвам большую связность. Структура выщелоченных черноземов крупно комковато-глыбистая. Сложение почв умеренно плотное.

Мощность гумусового горизонта достигает глубины 140–180 см. Содержание гумуса в верхних слоях почвы — 3,45 %. Почвы достаточно богаты основными элементами минерального питания. Содержание общего азота в верхних горизонтах составляет — 0,39 % (по Грандивилль-Ляжу). Содержание фосфора ( $P_2O_5$ ) в пахотном слое — 110 мг/1 кг воздушно-сухой почвы (по Мачигину). Обеспеченность калием достаточная — 1,91 %. Сумма поглощенных оснований — 47 мг-экв на 100 г почвы. Реакция почвенного раствора близка к нейтральной, pH 6,8, со слабой щелочностью в нижних горизонтах (по Алямовскому) [3]. Таким образом, почвы опытного участка по основным показателям являются пригодными для выращивания многих сельскохозяйственных культур, в том числе и для возделывания тыквы мускатной.

Объект исследования: сорта, популяции селекции КНИИОКХ и ФГБНУ «ВНИИ риса» и других источников.

Одним из важных хозяйственных признаков в оценке сорта является его продуктивность, которая характеризуется не только величиной урожая, но и регулярностью и устойчивостью плодоношения.

Оценка периодичности плодоношения проводилась сопоставлением урожайности по годам по каждому сорту мускатной тыквы — по формуле Кашина [8]:

$$P_n = \frac{|a_1 - a_2| + |a_2 - a_3| + |a_3 - a_4| + \dots + |a_{n-1} - a_n|}{(a_1 \cdot 2) + (a_2 \cdot 2) + (a_3 \cdot 2) + \dots + (a_{n-1} \cdot 2) - a_1 - a_{n-1}} \cdot 100\%$$

где  $P_n$  — периодичность плодоношения, %

$a_1, a_2, a_3, a_{n-1}, a_n$  — урожай исследуемых лет, т/га.

Эта формула позволяет рассчитать периодичность плодоношения за любое количество лет. В зависимости от колебания урожая по годам коэффициент периодичности изменяется от 0 (ежегодно плодоносящие сорта) до 100 % (сорта с резкими колебаниями урожая). По результатам расчета коэффициента периодичности плодоношения, сорта делятся на три группы: 1 — ежегодно плодоносящие сорта ( $P_n < 40$  %); 2 — нерегулярно плодоносящие сорта ( $P_n 40$ –75 %); 3 — резко-периодично плодоносящие сорта ( $P_n > 75$  %).

Для более точной оценки регулярности и стабильности плодоношения был также проведен рас-

чет коэффициента устойчивости плодоношения по формуле Кашина-Гутиева [8, 5]:

$$Y_n = \frac{\sum |P_\phi - P|}{\sum P_\phi}$$

где  $Y_n$  — коэффициент устойчивости плодоношения, изменяющийся от -1 до +1;  $P_\phi$  — фактическая годовая продуктивность за время наблюдений;  $(P_\phi - P)$  — сумма абсолютных (без учета знака) значений отклонений среднегодовой продуктивности от фактической продуктивности сорта в каждый из годов наблюдений;  $\sum P_\phi$  — суммарная продуктивность сорта за весь период наблюдений.

Выделяют четыре группы по характеру устойчивости плодоношения: с высокой устойчивостью  $Y_n > 0,75$ ; среднеустойчивые —  $Y_n = 0,40$ –0,75; низкоустойчивые —  $Y_n = 0$ –0,40; абсолютно неустойчивые  $Y_n < 0$ .

### Результаты и обсуждение

С 2015 года ведется селекционная работа по созданию тыквы мускатной порционного размера.

По продуктивности среди инбредных линий выделились КрЧх, Ла, БатС (табл. 2). Эти образцы выровненные по форме и массе плодов. Растения всех образцов имели от 3 до 8 плодов. При созревании были выделены и отобраны растения, с которых были отобраны семьи родоначальников для дальнейшей селекционной работы и анализа каждого сортообразца.

Биометрические параметры плодов, ранее выделенных образцов представлены в таблице 3.

Биометрический анализ плодов, изучаемых образцов позволил оценить материал и выделить биотипы, сохраняющие порционный размер, разное по форме. Средняя масса плодов варьировалась от 1,1 кг до 3,0 кг. Линии с большей массой плодов были отбракованы. Пять линий имели округлую форму, от среднесплюснutoй до удлиненно-цилиндрической формы с индексом от 0,53 до 2,3 [6]. Учитывалась сегментированность поверхности плода и потребительская привлекательность формы; окраска фона коры, наличие рисунка и цвет мякоти. Выделили три линии с удлиненно-грушевидной формой плодов. Все выделенные образцы получили высокую оценку органолептического анализа — 4,8–5,0. Мякоть плотная, хрустящая ярко-оранжевого цвета. Содержание сухого растворимого вещества (СРВ) у всех испытуемых линий было высокое и варьировало в пределах от 6,2 до 10,0 %, что вполне соответствует требованиям технологов при переработке сырья.

Коэффициент вариации по СРВ и содержанию аскорбиновой кислоты изменяется слабо — не превышал 10 %. По другим биохимическим параметрам коэффициент вариации является значительным, такая изменчивость подтверждается широкой

Таблица 2. Урожайность образцов тыквы мускатной, 2015–2017 гг.

Образец	Урожайность, т/га			Масса одного плода, кг			Количество плодов на одном растении, шт.		
	2015	2016	2017	2015	2016	2017	2015	2016	2017
год									
КрЧх	38,3	24,5	93,3	1,071	1,550	1,310	8,5	5,7	8,8
ЛаКр	13,9	24,5	7,0	1,620	1,330	1,180	2,8	8,1	3,0
ЧхЛа	11,9	18,5	19,8	0,823	1,350	2,760	4,9	6,2	5,0
Ла	28,6	11,5	29,9	1,245	1,290	0,781	4,6	11,5	4,9
ЛаН	14,5	35,5	9,4	0,969	1,090	1,770	3,0	7,1	3,0
БатС	17,4	11,0	59,0	3,877	3,350	2,482	2,9	5,5	3,0
Страдивари st.	7,3	11,4	6,4	1,16	1,83	1,283	4,0	7,0	3,0

Для количества плодов, шт.  $F_{\text{факт.}} 4,62 > F_{05} 3,55$ .  $HCP_{05} = 3,55$ .

Таблица 3. Биометрические показатели плодов тыквы, 2017 г.

Образец	Плод				
	Масса, кг	Диаметр, d, см	Высота, h, см	Индекс, h/d	СРВ, %
КрЧх	1,165	12,5	12,1	0,97	10,0
ЛаКр	1,527	14,4	15,9	1,10	6,2
ЧхЛа	1,902	15,0	16,3	–	10,1
Ла	1,029	15,2	18,0	–	7,7
F <sub>1</sub> Ла × Пр	1,339	9,6	26,2	–	7,5
ЛаН	1,900	10,5	24,3	2,3	9,2
БатС	2,926	16,1	16,0	0,99	9,7
Страдивари st.	1,283	–	21,0	–	8,3

Для массы плода, кг.  $F_{\text{факт.}} 7,15 > F_{05} 3,86$ .  $HCP_{05} = 0,87$ .

амплитудой показателя ГТК. Биохимические изменения в 11,9–79,5 % случаев зависели от изменчивости погодных условий периода вегетации за 3 года исследований (табл. 4).

Также одним из важных хозяйственных признаков в оценке перспективных сортообразцов является продуктивность, которая характеризуется не только величиной урожая, но и регулярностью и устойчивостью плодоношения.

Оценка периодичности плодоношения за 3-х летний период исследований показывает, что все перспективные образцы относятся к ежегодно-плодоносящим (табл. 5). Коэффициент  $L_n$  меньше 40 % и достигает значений от 13,5 до 25,7 %. Устойчивость плодоношения выделенных образцов тыквы в условиях центральной зоны Краснодарского края высокая  $V_n > 0,75$  и варьирует в пределах от 0,88 до 0,90.

Для более точной оценки регулярности и стабильности плодоношения был также проведен расчет коэффициента устойчивости плодоношения по формуле Кашина-Гутиева.

Природа адаптивного потенциала культурных растений зависит от функционирования двух гене-

тических систем онтогенетической (индивидуальной) и филогенетической (популяционной). В процессе роста и развития в постоянно изменяющихся условиях среды эти системы при их взаимодействии одновременно влияют на изменчивость адаптивных реакций растений при их взаимодействии, а также играют роль автономности. В структуре потенциала онтогенетической адаптации культивируемых растений выделяют потенциальную продуктивность и экологическую устойчивость, определяющих величину и качество урожая [4].

#### Выводы

Получены следующие результаты:

- проведена оценка селекционного материала и выделены перспективные образцы для создания родительских линий тыквы мускатной;

- выделены генетические источники с хозяйственно-ценными признаками такими как: содержание сухого вещества, сахара и каротина в тыкве, отличающихся формой и массой плодов не более 2,5 кг.

- получен селекционный материал тыквы с плодами порционного размера, отобрано 25 родоначальников линий;

Таблица 4. Коэффициент вариации биохимических параметров за 3 года (2015–2017 гг.)

Образец	СРВ, %		Общий сахар, %		Крахмал, %		Аскорбиновая кислота, мг%		Каротин, мг%	
	среднее	V	среднее	V	среднее	V	среднее	V	среднее	V
Ла	8,16± 0,35	4,30	3,76± 0,45	11,97	3,13± 0,95	30,33	10,4± 0,35	3,33	8,96± 6,30	70,26
КрЧх	10,70± 0,60	5,61	5,43± 1,35	24,85	4,70± 2,0	42,55	11,30± 1,10	9,73	9,38± 5,65	60,30
ЛаН	10,60± 0,90	8,49	5,26± 0,15	2,90	3,93± 0,85	29,0	9,96± 0,30	3,07	7,85± 6,24	79,50
ЛаКр	6,87± 0,95	13,84	2,93± 1,35	46,03	2,43± 1,65	67,82	10,2± 0,6	5,88	8,58± 4,4	55,26
ЛаЧх	10,93± 0,06	0,53	5,60± 1,10	19,64	4,73± 1,55	32,75	9,9± 0,30	3,03	6,88± 3,48	50,64
БатС	9,66± 0,15	1,86	4,86± 1,05	21,58	4,36± 2,15	49,24	9,6± 1,04	10,83	7,76± 5,77	74,34

Примечание: V — коэффициент вариации.

Таблица 5. Данные среднегодовой урожайности, параметры плодоношения образцов мускатной тыквы (2015–2017 гг.)

Образец	Среднегодовая урожайность, т/га	Масса одного плода, кг	Количество плодов на одном растении, шт.	Коэффициенты плодоношения	
				периодичность П <sub>п</sub> , %	устойчивость У <sub>п</sub>
КрЧх	52,0	1,31	8,8	13,9	0,90
ЛаКр	15,1	1,18	3,0	18,3	0,88
ЛаЧх	16,7	2,76	5,0	13,5	0,88
Ла	23,3	0,78	4,9	25,7	0,89
ЛаН	19,8	1,77	3,0	13,9	0,89
БатС	29,1	2,48	3,0	11,1	0,89

— проведен анализ и сделана дифференциация изученного материала по селекционно-значимым морфологическим признакам;

— устойчивость и периодичность плодоношения выделенных образцов тыквы в условиях центральной зоны Краснодарского края высокая.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Аутко, А. А. В мире овощей / А. А. Аутко — Мн.: УП «Технопринт», 2004. — 568 с.: ил.
2. Белик, В. Ф. Методика физиологических исследований в овощеводстве и бахчеводстве / В. Ф. Белик — М.: 1970, 210 с.
3. Вальков, В. Ф. Почвоведение (почвы северного Кавказа): учеб. для вузов / В. Ф. Вальков, Ю. А. Штомпель, В. И. Тюльпанов. — Краснодар: Сов. Кубань, 2002. — 728 с.: ил.
4. Гиш, Р. А. Новые перспективные сорта тыквы, адаптированные для условий юга России / Р. А. Гиш, А. И. Петенко, В. Э. Лазыко // Труды Кубанского аграрного университета. — 2015. — № 57. — С. 71–77.
5. Гутиев, Р. И. Устойчивость плодоношения и реализация биологических ресурсов плодовых культур Краснодарского края / Р. И. Гутиев.: Дисс. ... к. с.-х. наук. — Москва, 2002. — 109 с.
6. Дорофеев, В. Ф. Руководство по апробации бахчевых культур: Справочное пособие / В. Ф. Дорофеев. — М.: Агропромиздат, 1985. — 181 с.
7. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. — М.: Колос, 1979. — 416 с.
8. Кашин, В. И. Устойчивость садоводства России / В. И. Кашин.: Дисс. ... д-ра с.-х. наук в виде научн. доклада. — Мичуринск, 1995. — 102 с.
9. Литвинов, С. С. Методика опытного дела в овощеводстве / С. С. Литвинов. — М., 2011. — 648 с.

10. Цыбулевский, Н. И. Бахчевые культуры (рекомендации) / Н. И. Цыбулевский, Е. М. Кулиш, Л. А. Шевченко. — Краснодар: 2009. — 34 с.

## REFERENCES

1. Autko, A. A. Vegetables in the world / A. A. Autko. — Mn.: Up "Technoprint", 2004. — 568 p.: Il.
2. Belik, V. F. Methods of physiological research in vegetable and melon growing / V. F. Belik. — M.: 1970. — 210 p.
3. Valkov, V. F. soil science (soils of the North Caucasus): studies for universities / V. F. valkov, Yu. a. Shtompel, V. I. Tulpanov. — Krasnodar: Sov.Kuban, 2002. — 728 p.: Il.
4. Gish, R. A. New promising varieties of pumpkin adapted for the conditions of the South of Russia / R. A. Gish, A. I. Petenko, V. E. Lazko. // Proceedings of the Kuban agrarian University. — 2015. — No. 57. — P. 71–77.
5. Gutiev, R. I. Stability of fruiting and realization of biological resources of fruit crops of Krasnodar Krai / R. I. Gutiev.: Diss. ... K. S.-H. sci. — Moscow, 2002. — 109 p.
6. Dorofeev, V. F. Guide to the approbation of melons: a reference guide./ V. F. Dorofeev. — Moscow: Agropromizdat, 1985. — 181 p.
7. Dospekhov, B. A. Technique of field experience / B. A. Dospekhov. — Moscow: Kolos, 1979. — 416 p.
8. Kashin, V. I. Sustainability of horticulture in Russia / V. I. Kashin.: Diss. ... Dr of agricultural Sciences and research. report's. — Michurinsk, 1995. — 102 p.
9. Litvinov, S. S. Methodology of experimental work in vegetable growing / S. S. Litvinov. — M., 2011. — 648 p.
10. Tsybulevsky, N. I. Melons (recommendations) / N. I. Tsybulevsky, E. M. Kulish, L. A. Shevchenko. — Krasnodar: 2009. — 34 p.

### **Ольга Владимировна Якимова**

Научный сотрудник лаборатории бахчевых и луковых культур  
E-mail: belyaeva12092013@yandex.ru

### **Olga V. Yakimova**

Researcher of the laboratory of cucurbit and onion crops  
E-mail: belyaeva12092013@yandex.ru

### **Виктор Эдуардович Лазко**

Заведующий лабораторией бахчевых и луковых культур, ведущий научный сотрудник  
E-mail: arri\_kub@mail.ru

### **Viktor E. Lazko**

Head laboratory of melons and onion crops, leading researcher  
E-mail: arri\_kub@mail.ru

Все: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт риса»  
350921, Россия, Краснодар, пос. Белозерный, 3

All: Federal state budgetary scientific institution «All-Russian research Institute of rice»  
Belozerny village, 3, Krasnodar, 350921, Russian Federation



УДК 635.615/631.527

**Е. А. Варивода,**  
**Т. Г. Колебошина,** д-р с.-х. наук,  
**С. В. Малуева,**  
г. Волгоград, Россия

### **РЕЗУЛЬТАТЫ СОРТОИСПЫТАНИЯ НОВЫХ СОРТОВ И ГИБРИДОВ АРБУЗА В БОГАРНЫХ УСЛОВИЯХ ВОЛГОГРАДСКОГО ЗАВОЛЖЬЯ**

Бахчеводство достаточно прибыльная отрасль РФ в зоне рискованного земледелия. Для увеличения производства и снижения себестоимости продукции бахчеводства требуется внедрение в производство новых конкурентоспособных сортов и гибридов. С целью достижения высокого уровня рентабельности отрасли на Быковской бахчевой опытной станции созданы новые сорта и гетерозисные гибриды бахчевых культур, обладающие комплексом полезно-хозяйственных признаков, устойчивостью к биотическим и абиотическим факторам среды. Целью исследований является проведение сравнительной оценки сортов и гибридных комбинаций селекции станции по основным хозяйственно-ценным признакам. Основные методы исследования — лабораторно-полевые. Проведена оценка новых сортов и гибридов арбуза по основным хозяйственно-ценным признакам и качественным показателям в сравнении с лучшими районированными сортами. В раннеспелой группе сортов по урожайности выделился сорт арбуза Метеор, средняя урожайность составила 20,7 т/га, превышение над стандартом сортом Зенит 5,4 т/га. По раннеспелости гибрид F<sub>1</sub> Темп, вегетационный период составил 70 суток, отклонение от стандарта 6 суток. В среднеспелой группе лучшей по урожайности была гибридная популяция 697, превышение по урожайности над стандартом сортом Синчевский составило 24,2 %. По результатам биохимического анализа плодов в группе раннеспелых сортов наиболее высокие показатели по содержанию сухих веществ были у сорта арбуза Метеор — 11,5 % и перспективной гибридной популяции 697 — 12,7 %. Таким образом, новый сорт арбуза Метеор и перспективная гибридная популяция 697, в результате трехлетних испытаний, показали наиболее высокие результаты по хозяйственно-ценным признакам в сравнении со стандартами и другими сортами и гибридными популяциями.

**Ключевые слова:** арбуз, гибридная популяция, сухое вещество, урожайность, вегетационный период.

### **RESULTS OF VARIETY TESTS OF NEW VARIETIES AND HYBRIDS OF WATERBOARD IN BOGARA CONDITIONS OF THE VOLGOGRAD VOLGA REGION**

Melon cultivation is quite profitable industry of the Russian Federation in the zone of risky agriculture. To increase production and reduce the cost of melon production requires the introduction of new competitive varieties and hybrids. In order to achieve a high level of profitability of the industry, new varieties and heterosis hybrids of melons with a complex of useful and economic characteristics, resistance to biotic and abiotic environmental factors were created at the Bykovskaya melon experimental station. The aim of the research is to conduct a comparative assessment of varieties and hybrid combinations of plant breeding on the main economic and valuable characteristics. The main research methods are laboratory and field. Studies were conducted to assess new varieties and hybrids of watermelon on the main economic and valuable characteristics and quality indicators in comparison with the best zoned varieties. In the early maturing group of varieties, the watermelon variety Meteor stood out in terms of yield, the average yield was 20.7 t/ha, the excess over the standard variety Zenit was 5.4 t/ha. In terms of early maturity, the hybrid F<sub>1</sub> Temp, the growing season was 70 days, the deviation from the standard was 6 days. In the middle-ripening group, the hybrid population was the Best in terms of yield 697. The excess in yield over the standard Sinchevsky variety was 24.2 %. According to the results of biochemical analysis of fruits in the group of early-ripening varieties, the highest indicators for the content of dry substances were in the watermelon variety Meteor — 11.5 % and the promising hybrid population 697 — 12.7 %. Thus, the new variety of watermelon Meteor and promising hybrid population 697, as a result of three years of testing, showed the highest results on economically valuable characteristics in comparison with standards and other varieties and hybrid populations.

**Key words:** watermelon, hybrid population, dry matter, yield, vegetation period.

#### **Введение**

Потребление овощей и бахчевых культур не достигает рекомендованной Минздравом нормы. По данным аграрного ведомства, в 2018 году в среднем россияне потребили 105,6 кг овощей и бахчевых на человека, в то время как рекомендуется

в год съедать 140 кг/чел. В целях повышения норм потребления овощной продукции и доведения ее до рекомендуемых норм необходимо разработать и осуществить общероссийскую схему размещения и развития овощеводства; усовершенствовать организационно-экономический механизм

улучшения использования биоклиматического потенциала овощеводческих зон; осуществление регулирования межрегионального обмена овощной продукцией [8]. Государственная программа развития сельского хозяйства до 2020 года, принятая Правительством РФ, предусматривает комплекс мер по дальнейшему эффективному развитию отрасли. Стоит задача довести объем производства овощей до 20 млн.т., в 2017 году производство овощей в Российской Федерации составило 13,612 млн.т., из них валовой сбор бахчевых культур — 1,699 млн. т.

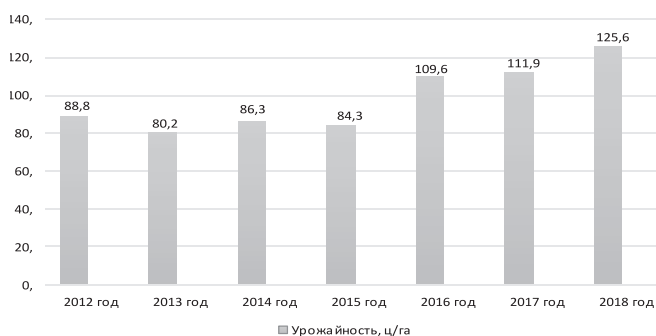
Увеличить объемы производства продукции овощеводства, и бахчеводства в том числе, можно с помощью селекции и создания качественно новых, конкурентоспособных сортов и гибридов. Одним из основных показателей роста объемов производства продовольственных бахчевых культур является урожайность. По данным Росстата урожайность бахчевых культур увеличилась в 2018 году по сравнению с 2012 годом на 41,4 % (рис. 1) [9].

Введение в товарное производство новых сортов и гибридов, как правило, более устойчивых к болезням, вредителям и неблагоприятным факторам внешней среды обеспечивает 10–15%-ную прибавку урожая [2].

Перед селекционерами ставится задача создания отечественных сортов и гибридов бахчевых культур, отличающихся высокими вкусовыми, пищевыми и технологическими качествами, устойчивостью к био- и абиофакторам среды, с высоким потенциалом продуктивности. Важнейшие проблемы и направления селекции бахчевых культур — это устойчивость к болезням и вредителям, скороспелость и урожайность, холодостойкость и качество продукции [3].

### Цель исследований

Изучить новые сорта и гибриды арбуза селекции Быковской бахчевой селекционной опытной станции, в сравнении с лучшими районированными



**Рисунок 1. Урожайность продовольственных бахчевых культур по годам (по данным Росстата, 2019 г.)**

сортами в условиях засушливой зоны Волгоградского Заволжья.

### Материалы и методы

Исследования проводили на Быковской БСОС в 2016–2018 гг. в условиях богары. Материал исследований — арбуз столовый.

Климатические условия 2016 года характеризовались достаточно большим количеством осадков и высокими температурами. Температура воздуха в период роста и развития растений была выше среднемесячных значений на 1,7...5,4 °С, с относительной влажностью воздуха от 63,0 до 74,5 %. Количество осадков за период вегетации в 1,5 раза больше по отношению к среднемесячным показателям.

2017 год отличался низким количеством осадков — на 27 % ниже среднемесячных значений, пониженными температурами воздуха, в период роста и развития растений — на 0,5...2,6 °С и повышенными температурами воздуха в период созревания плодов — на 1,1...1,3 °С больше среднемесячных значений.

В 2018 году первая половина вегетационного периода (май — июнь) отличалась высокими температурами воздуха и незначительным количеством осадков. В июле количество осадков превысило среднемесячные данные в 4 раза, что привело к задержке созревания плодов раннеспелых сортов и гибридов бахчевых культур. Температура воздуха превышала среднемесячные данные в мае, июле и сентябре на 1,0–2,2 °С.

Исследования велись согласно действующим методикам [1, 4, 6, 10]. Опыты закладывались в четырехкратной повторности, по 40 растений на делянке, с площадью питания у арбуза 4 м<sup>2</sup>. Во время вегетации проводились фенологические наблюдения по фазам роста и развития растений. При уборке урожая проводился учет урожая и лабораторные исследования.

### Результаты и обсуждение

Основными направлениями в областях селекции и семеноводства овощных и бахчевых культур являются:

- селекция на продуктивность, скороспелость в сочетании с устойчивостью к биотическим и абиотическим стрессорам;
- селекция на высокое качество продукции;
- семеноводство, обеспечивающее отрасль высококачественными семенами, успешно конкурирующие с зарубежными [7].

Еще одним немаловажным фактором в селекции бахчевых культур является увеличение сортимента продукции. Для этого, ежегодно, в коллекционных питомниках, нами исследуются сорта и гибриды бахчевых культур различной селекции для выделения наиболее перспективного материала по морфологическим и хозяйственно-ценным признакам с целью дальнейшего их использования в селекционном процессе при создании

высокопродуктивных, конкурентоспособных сортов [5].

За последние 5 лет Госсорткомиссией РФ включено в Госреестр охраняемых селекционных достижений 3 сорта арбуза, 2 гетерозисных гибрида арбуза, 2 сорта дыни селекции Быковской опытной станции. В Государственном сортоиспытании в настоящее время находятся 1 сорт арбуза и 1 сорт дыни.

Краткая характеристика новых сортов и гетерозисных гибридов арбуза селекции Быковской станции:

*Метеор* — районирован в 2018 году. Сорт раннего срока созревания, вегетационный период 65–72 суток. Плод округлой формы, массой от 7 до 12 кг. Фон плода светло-зеленый, рисунок фестончатые темно-зеленые полосы. Мякоть ярко-розовая, нежная, сладкая. Содержание сухих веществ 11,0–12,0 %, в отдельных плодах до 14,0 %. Ценность сорта: скороспелость, засухоустойчивость.

*Темп F<sub>1</sub>* — районирован в 2019 году. Гетерозисный гибрид раннего срока созревания. Вегетационный период 64–67 суток. Плод округлой формы. Окраска плода зеленая, рисунок — темно-зеленые полосы. Плоды массой от 5,0 до 9,0 кг. Мякоть красная, сочная, нежная. Содержание сухих веществ в соке плодов от 10,2 до 12,0 %, содержание общего сахара 9,5–10,0 %. Ценность гибрида: обладает гетерозисным эффектом по урожайности, устойчив к био- и абиофакторам среды.

*Малахит* — находится в Государственном сортоиспытании. Сорт среднего срока созревания. Вегетационный период 82 сут. Плоды цилиндрической формы, массой 10–14 кг. Фон плода зеленый с зубчатыми темно-зелеными полосами средней ширины. Мякоть ярко-розовая, содержание сухих веществ 11,0–13,0 %. Ценность сорта: вы-

сокое содержание сухих веществ, устойчивость к неблагоприятным факторам среды, оригинальная форма плода.

Перспективные гибридные популяции арбуза:

*Перспективная гибридная популяция 697 (ГП 697)* — готовится к передаче в Госсортоиспытание. Вегетационный период 85 сут. Плоды шаровидной формы, массой 8–12 кг. Фон плода темно-зеленый с узкими зубчатыми полосами темнее фона. Мякоть ярко-розовая, содержание сухих веществ 12,0–14,0 %. В качестве одной из родительских форм взят засухоустойчивый сорт местной селекции. Ценность: высокая урожайность, хорошие вкусовые качества.

*Перспективная гибридная популяция 683 (ГП 683)* — вегетационный период 82 сут. Плоды шаровидной формы, массой 6,0–8,0 кг. Фон плода светло-зеленый, рисунок — зубчатые темно-зеленые полосы средней ширины. Мякоть ярко-розовая, зернистая. Содержание сухих веществ 11,0–13,6 %. Ценность: устойчивость к стрессовым условиям среды, яркая окраска мякоти.

*Перспективная гибридная популяция 705 (ГП 705)* — вегетационный период 85–87 суток. Плоды шаровидной формы, массой 9,0–12,0 кг. Фон плода темно-зеленый, рисунок — узкие зубчатые черные полосы. Мякоть красная, зернистая. Содержание сухих веществ 12,0–15,0 %. Ценность: высокое содержание сухих веществ, яркая мякоть.

В результате проведенных исследований видно, что по урожайности в раннеспелой группе выделился новый сорт арбуза Метеор, средняя урожайность за годы исследования составила 20,7 т/га, что на 5,4 т/га выше стандарта сорта Зенит (табл. 1). В среднеспелой группе сортов самую высокую урожайность показала гибридная попу-

**Таблица 1. Результаты станционного сортоиспытания сортов и гибридов арбуза столового, данные 2016–2018 гг.**

Название образца	Урожайность, т/га				Длина вегетационного периода, сут.			
	2016 г.	2017 г.	2018 г.	среднее	2016 г.	2017 г.	2018 г.	среднее
Раннеспелая группа								
Зенит, st	16,1	15,7	14,2	15,3	75	75	77	76
Метеор	21,1	21,9	19,2	20,7	77	73	77	76
Адмира F <sub>1</sub> , st	17,0	17,1	15,4	16,5	78	78	84	80
Темп F <sub>1</sub>	17,8	17,4	17,0	17,4	73	66	70	70
НСР — 2,03 т/га, Sx, % — 2,29								
Среднеспелая группа								
Синчевский, st	20,1	20,8	18,4	19,8	79	81	80	80
ГП 697	25,8	24,9	23,3	24,6	84	79	84	82
ГП 683	22,4	20,7	20,1	21,1	81	78	84	81
Малахит	24,4	22,2	20,8	22,5	90	85	80	85
НСР — 2,34 т/га, Sx, % — 2,68								

Таблица 2. Биохимический анализ плодов арбуза в конкурсном сортоиспытании (среднее за 3 года)

Название образца	Витамин С, мг/%	Сухие вещества, %	Моносахар, %	Общий сахар, %	Сахароза, %	Глюкоза, %	Фруктоза, %	Нитраты, мг/кг
Раннеспелая группа								
Зенит, st	9,02	10,9	3,77	9,55	5,63	0,77	3,15	25,6
Метеор	9,02	11,5	3,83	10,15	6,32	0,83	3,00	26,4
Адмира F <sub>1</sub> , st	8,95	10,8	3,70	9,75	6,05	1,18	2,52	50,5
Темп F <sub>1</sub>	9,29	10,5	4,15	9,08	4,90	0,89	3,25	24,3
НСР <sub>05</sub> — 0,4 % (сухое вещество) Sx, % — 1,60								
Среднеспелая группа								
Синчевский, st	10,66	11,5	3,43	10,02	6,73	0,29	3,39	45,6
ГП 697	9,61	12,7	4,48	11,35	6,87	1,10	3,39	45,6
ГП 683	10,23	11,7	4,10	10,20	6,10	1,40	2,70	32,5
Малахит	15,89	11,2	4,20	9,98	5,78	1,11	3,09	47,7
НСР <sub>05</sub> — 0,5 % (сухое вещество) Sx, % — 1,40								

ляция 697 — 24,6 т/га. По годам исследований самая низкая урожайность была в 2018 году, так как первая половина вегетации отличалась высокими температурами воздуха, а также воздушной и почвенной засухой. По раннеспелости выделяется гетерозисный гибрид арбуза Темп, период от всходов до созревания составил 70 суток.

Биохимический анализ плодов показал, что самое высокое содержание сухих веществ в раннеспелой группе у сорта арбуза Метеор, составило 11,5 %, в среднеспелой группе у гибридной популяции 697 — 12,7 % (табл. 2). Повышенное содержание витамина «С» наблюдается у нового сорта Малахит и достигает 15,89 мг %. Содержание нитратов у всех изученных образцов арбуза ниже значения ПДК — 60 мг/кг и варьирует от 25,6 мг/кг до 47,7 мг/кг. Со-

рта и гибридные популяции среднеспелой группы отличаются более высокими вкусовыми качествами по сравнению с сортами раннеспелой группы. Эта тенденция наблюдается у всех сортов арбуза с более длинным периодом вегетации.

#### Выводы

Таким образом, в результате многолетней селекционной работы на Быковской опытной станции создан ряд сортов и гибридов арбуза столового, существенно расширяющий сортимент этой культуры на рынке РФ. Новые сорта и гибриды отличаются высокими вкусовыми и технологическими качествами плодов, устойчивостью к стрессовым факторам среды и болезням, превосходят уже имеющиеся сорта по урожайности и другим хозяйственно-ценным признакам.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Белик, В. Ф. Методика полевого опыта в овощеводстве и бахчеводстве [Текст] / В. Ф. Белик, Г. Л. Бондаренко — М.: Колос, 1979. — 210 с.
- Быковский, Ю. А. Новые и перспективные сорта бахчевых культур [Текст] / Ю. А. Быковский, Л. В. Емельянова, Т. М. Никулина // Картофель и овощи. — М., 2016. — № 8. — С. 37–38.
- Быковский, Ю. А. Селекция бахчевых культур для юго-востока России [Текст] / Ю. А. Быковский, Е. А. Вариво-да, С. В. Малуева, Т. М. Никулина // Картофель и овощи. — М., 2017. — № 6. — С. 37.
- Дютин, К. Е. Методические указания по селекции бахчевых культур / К. Е. Дютин — М., 1979. — 37 с.
- Колебошина, Т. Г. Новые сорта арбуза, дыни и тыквы для товарного бахчеводства России, их конкурентоспособность в условиях современного рынка [Текст] / Т. Г. Колебошина // Труды Кубанского государственного аграрно-го университета. — Краснодар, 2015. — № 55. — С. 115–119.
- Литвинов, С. С. Методика полевого опыта в овощеводстве / С. С. Литвинов. — М: Россельхозакадемия, 2011. — 311 с.
- Пивоваров, В. Ф. Селекция — основа импортозамещения в отрасли семеноводства [Текст] / В. Ф. Пивоваров, А. В. Солдатенко, О. Н. Пышная, Л. Н. Гуркина, Т. С. Науменко // Овощи России. — № 3. — 2017. — С. 3–15.
- Солдатенко, А. В. Межрегиональный обмен в контексте выравнивания потребления овощей в субъектах федерации [Текст] / А. В. Солдатенко, А. Ф. Разин, М. В. Шатилов, М. И. Иванова и др. // Овощи России. — М., 2018. — № 6. — С. 41–46.



9. Федеральная служба Государственной статистики. Показатели, характеризующие импортозамещение в России: [Электронный ресурс] [http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_main/rosstat/ru/statistics/importexchange/](http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/importexchange/) (дата обращения 12.07 2019).

10. Фурса, Т. Б. Селекция бахчевых культур (Методические указания) / Т. Б. Фурса. — Л., 1988. — 78 с.

## REFERENCES

1. Belik, V. F. Methodology of field experience in vegetable and melon growing [Text] / V. F. Belik, G. L. Bondarenko — M.: Kolos, 1979. — 210 p.
2. Bykovsky, Yu. A. New and promising varieties of melons [Text] / Yu. A. Bykovsky, L. V. Emelyanova, T. M. Nikulina // Potatoes and vegetables. — M., 2016. — No. 8. — P. 37–38.
3. Selection of melon crops for the South-East of Russia [Text] / Yu. A. Bykovsky, E. A. Varivoda, S. V. Malueva, T. M. Nikulina // Potatoes and vegetables. — M., 2017. — No. 6. — P. 37.
4. Dutyn, K. E. guidelines for selection of gourds / K. E. Dutin — M., 1979. — 37 p.
5. Koleboshina, T. G. New varieties of watermelon, melon and pumpkin for commodity melon production in Russia, their competitiveness in the modern market [Text] / T. G. Koleboshina // Proceedings of the Kuban State Agrarian University. — Krasnodar, 2015. — No. 55. — P. 115–119.
6. Litvinov, S. S. Methodology of field experience in vegetable growing / S. S. Litvinov. — Moscow: Russian Agricultural Academy, 2011. — 311 p.
7. Pivovarov, V. F. Selection — the basis of import substitution in the seed industry [Text] / V. F. Pivovarov, A. V. Soldatenko, O. N. Pyshnaya, L. N. Gurkina, T. S. Naumenko // Ovoshchi Rossii. — No. 3. — 2017. — P. 3–15.
8. Soldatenko, A.V. inter-regional exchange in the context of leveling the consumption of vegetables in the subjects of the Federation [Text] / A.V. Soldatenko, A. F. Razin, M. V. Shatilov, M. I. Ivanova, etc. // Ovoshchi Rossii. — M., 2018. — No. 6. — P. 41–46.
9. Federal state statistics service. Indicators characterizing import substitution in Russia: [Electronic resource] [http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_main/rosstat/ru/statistics/importexchange/](http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/importexchange/) (accessed 12.07 2019).
10. Fursa, T. B. Selection of melons (Guidelines) / T. B. Fursa. — L., 1988. — 78 p.

### **Варивода Елена Александровна**

Старший научный сотрудник отдела селекции,  
E-mail: elena-varivoda@mail.ru

### **Varivoda Elena Aleksandrovna**

Senior research associate, Department  
of plant breeding  
E-mail: elena-varivoda@mail.ru

### **Колешина Татьяна Геннадьевна**

Ведущий научный сотрудник отдела агротехники  
и первичного семеноводства  
E-mail: BBSOS34@yandex.ru

### **Koleboshina Tatiana Gennadievna**

Leading researcher Department of agrotechnology  
and primary seed production  
E-mail: BBSOS34@yandex.ru

### **Малуева Светлана Викторовна**

Старший научный сотрудник отдела селекции  
E-mail: BBSOS34@yandex.ru

### **Malueva Svetlana Viktorovna**

Senior research associate, Department  
of plant breeding  
E-mail: BBSOS34@yandex.ru

Все: Быковская бахчевая селекционная опытная станция — филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства»  
404067, Волгоградская область, Быковский район, пос. Зеленый, ул. Сиреневая, 11.

All: Bykovskaya melon breeding experimental the station is a branch of Federal state budgetary institution scientific center of vegetable growing»  
11, st. Sirenevaia, pos. Zelenii, Bykovsky district, Volgograd region, 404067



ФГБНУ ВНИИ РИСА



## КУБАНСКАЯ ЯРМАРКА 2019

«ВНИИ риса» принял участие в IX агропромышленной выставке «Кубанская ярмарка» 3–6 октября.

В торжественной церемонии открытия приняли участие замминистра сельского хозяйства РФ Иван Лебедев, губернатор региона Вениамин Кондратьев, председатель ЗСК Юрий Бурлачко.

После торжественной церемонии открытия Вениамин Кондратьев посетил стенды кубанских производителей, посмотрел презентационную часть, ознакомился с продукцией.

В «Кубанской ярмарке» этого года зарегистрировано 800 участников, они представляют как товары народного промысла, так и сельхозтехнику.





## «ЗОЛОТАЯ ОСЕНЬ 2019»

9–12 октября текущего года состоялась 21-ая Российская агропромышленная выставка «Золотая осень», ежегодно проводимая по Распоряжению Правительства Российской Федерации и приурочена к празднованию Дня работника сельского хозяйства и перерабатывающей промышленности. Ее организатором выступает Министерство сельского хозяйства РФ.

В рамках конкурсной программы 21-ой Российской агропромышленной выставки «Золотая осень-2019» ФГБНУ «ВНИИ риса» удостоен двенадцати медалей:

— пяти золотых:

«За селекцию и семеноводство риса».

«За внедрение интегрированной системы защиты посевов риса от вредителей, болезней и сорняков».

«За комплексно-информационно-консультационное обеспечение».

«За создание гибридов томата салатного назначения с использованием линий с ФМС для юга России».

«За разработку и внедрение инновационной методологии создания современных, устойчивых к пирикулярриозу сортов риса на основе методов ПЦР».

— пяти серебряных:

«За внедрение системы точного земледелия в разработке в сортовой агротехнике риса».

«За разработку и внедрение инновационных методологических и инструментальных баз информационного обеспечения с целью оперативного прогнозирования развития и распространения пирикулярриоза риса».

«За издание научно-производственного журнала «Рисоводство».

«За разработку элементов технологии точного земледелия с использованием ГЛОНАСС для возделывания риса и овощных культур в зоне Краснодарского края».

«За разработку технологии применения ингибитора нитрификации в рисоводстве».

— двух бронзовых:

«За разработку и доведение до сельхозтоваропроизводителей периодического издания и отраслевого каталога».

«За создание и внедрение в производство серии сортов мускатной тыквы».

## ВИЗИТ ДЕЛЕГАЦИИ ГРУППЫ КОМПАНИЙ ООО ГК АГРОХИМПРОМ И КОМПАНИИ VINCO, ВЬЕТНАМ ВО ВНИИ РИСА

20 ноября 2019 года в ФГБНУ «ВНИИ риса» состоялась международная конференция, в которой приняли участие представители института риса, руководство группы компаний ООО ГК АгроХимПром и компании VINCO, Вьетнам.

С приветственным словом к участникам мероприятия обратился директор института Гаркуша Сергей Валентинович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор. Обсуждались вопросы взаимного сотрудничества по вопросу испытания и внедрения препаратов на основе коллоидного серебра группы компаний АгроХимПром в условиях Краснодарского края, а так же вопросы научно-технического сотрудничества с Республикой Вьетнам.

О совместной деятельности ВНИИ агрохимии им. Д. Н. Прянишникова с ООО ГК АгроХимПром выступила Шаповал Ольга Александровна, зав. отделом испытаний и лабораторией испытаний элементов ФГБНУ «ВНИИ агрохимии», доктор сельскохозяйственных наук; о деятельности ООО ГК АгроХимПром в России и за рубежом доложил Тугаринов Леонид Васильевич, зам. ген. директора компании. Большой интерес у гостей мероприятия вызвал доклад Ковалева Виктора Савельевича, зам. директора по научной работе ВНИИ риса, доктора сельскохозяйственных наук на тему: «Приоритетные направления научной работы ВНИИ риса в отрасли рисоводства».

О приоритетных направлениях научной работы в овощеводстве рассказала Королева Светлана Викторовна, зав. отделом овощекартофелеводства, кандидат сельскохозяйственных наук.

Зав. лаб. информационных, цифровых и биотехнологий Дубина Елена Викторовна, доктор биологических наук представила гостям конференции результаты совместного сотрудничества с Вьетнамом по теме: «Создание устойчивых к биотическим и абиотическим факторам среды сортов риса с использованием современных методов биотехнологии».

С вьетнамской стороны выступил генеральный директор компании VINCO Нгуен Виет Нгиа с докладом: «Ведущая роль риса в сельском хозяйстве Вьетнама, основные проблемы. Опыт применения Зеромикса в посевах риса и овощных культур».

Об опыте применения препаратов по технологии SCS (технология производства и применения препаратов на основе коллоидного серебра) ООО АгроХимПром в рисоводческих хозяйствах РФ и Вьетнама доложил Караченцев Владимир Васильевич, агрохимик-консультант ООО АгроХимПром.

В результате переговоров достигнута договоренность о дальнейшем сотрудничестве в сфере рисоводства и овощеводства.







## ВИЗИТ ДЕЛЕГАЦИИ МАГИСТРОВ МГИМО И ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ ФГБОУ ВО «КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ И. Т. ТРУБИЛИНА» ВО ВНИИ РИСА

21 ноября 2019 года в ФГБНУ «ВНИИ риса» состоялся визит делегации магистров МГИМО во главе с проректором ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина» Татьяной Николаевной Полутиной. Гостям был продемонстрирован фильм об истории и достижениях института за 85-ти летний период деятельности.

С приветственным словом к участникам мероприятия обратился директор института Гаркуша Сергей Валентинович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор. Он отметил, что Все-

российский научно-исследовательский институт риса — государственное бюджетное учреждение, осуществляющее научное обеспечение деятельности агропромышленного комплекса Краснодарского края и Российской Федерации по вопросам рисоводства и овощеводства. Деятельность института носит инновационный характер, который во многом определяется постоянным производственным контактом с организациями и предприятиями Краснодарского края по вопросам рисоводства и овощеводства.

Институтом создан уникальный научный полигон, включающий два филиала: ФГУ ЭСП «Красное» и ФГУП РПЗ «Красноармейский» им. А. И. Майстренко, на полях которых внедряются завершённые разработки ученых, проводятся экологические и производственные испытания новых высокоурожайных сортов риса. Общая численность работников института с учетом реорганизации составляет 1320 человек, площадь земельных ресурсов 20 тысяч гектар. Кроме риса, институт занимается селекцией и семеноводством овощных культур. За более чем 85-летний период деятельности учеными института создано более 100 сортов риса и 150 сортов и гибридов овощебахчевых культур.

В институте работает докторский диссертационный совет Д 006.026.01. За период работы диссертационного совета защищено 20 докторских и более 100 кандидатских диссертаций.

Присутствующие были ознакомлены с деятельностью института, посетили Уникальную научную установку «Коллекция генетических ресурсов риса, овощных и бахчевых культур», лабораторию качества риса и музей.



УДК: 635.61:631.531.04

**В. Э. Лазько**, канд. с.-х. наук,  
**О. В. Якимова**,  
**Е. Н. Благородова**, канд. с.-х. наук,  
 г. Краснодар, Россия

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛЕТНИХ ПОСЕВОВ В СЕМЕНОВОДСТВЕ СОРТОВ РАННЕЙ ГРУППЫ СПЕЛОСТИ БАХЧЕВЫХ КУЛЬТУР

Изучена эффективность летнего посева раннеспелых сортов дыни с вегетационным периодом не более 60 дней и раннеспелого арбуза, урожай которого созревает на 70–80 день после всходов, для семеноводческих целей. Установлено, что благодаря сортовым особенностям дыни сортов «Таманская» и «Стрельчанка» и арбуза «Юбилей», короткому вегетационному периоду и нейтральной реакции на изменение длины дня, можно получать два урожая семян за один год, используя летний посев (до середины июля), при котором рост растений и созревание плодов происходит в условиях слабой влагообеспеченности и высоких температур. Выращивание без применения орошения не дает положительных результатов. Отмечено, что низкая влажность воздуха препятствовала повреждению растений пероноспорозом, антракнозом и мучнистой росой, практически, исключая необходимость проведения защитных мероприятий. Отбираемые созревшие плоды для выделения семян по морфологическим признакам соответствовали сортовым характеристикам. Установлено, что семенная продуктивность раннеспелых сортов дыни при летнем посеве выше в 3,7...4,4 раза весеннего посева, благодаря лучшему опылению. С одного гектара получали от 97 до 138 кг семян, в то время как при весеннем посеве выход семян не превышал 37...52 кг/га, из-за значительных повреждений растений от весенних низких температур и недостаточному переопылению. У арбуза семенная продуктивность летних посевов меньше в 1,3...1,7 раза, кроме посева в первой декаде июля. Урожайность семян при летних посевах составляла 164...228 кг/га. Максимальный урожай семян арбуза был получен при весеннем посеве — 258 кг/га. Полученные семена из плодов летнего посева обладали высокими посевными характеристиками и соответствовали категории репродукционных семян.

**Ключевые слова:** арбуз, дыня, сорт, летний посев, урожайность, семенная продуктивность.

### THE USE OF SUMMER CROPS IN SEED VARIETIES OF THE EARLY GROUP OF RIPENESS OF MELONS

The efficiency of summer sowing of early-ripening melon varieties with a growing period of not more than 60 days and early-ripening watermelon, whose harvest Matures 70–80 days after germination, for seed-growing purposes, was studied. It was found that due to the varietal characteristics of melon varieties «Tamanskaya» and «Strelchanka» and watermelon «Jubilee», a short growing season and a neutral reaction to the change in the length of the day, you can get two crops of seeds in one year, using summer sowing (until mid-July). During summer sowing, plant growth and fruit ripening occurred in conditions of weak moisture supply and high temperatures. Cultivation without irrigation does not give positive results. It was noted that low humidity prevented damage to plants by peronosporosis, Anthracnose and powdery mildew, practically eliminating the need for protective measures. Select ripe fruits for seed selection according to the morphological characteristics correspond to varietal characteristics. It was found that the seed productivity of early-ripening melon varieties in summer sowing is higher in 3.7...4.4 times of spring sowing, due to better pollination. From one hectare received up to 97...138 kg of seeds, while in spring sowing the yield of seeds did not exceed 37...52 kg/ha, due to significant damage to plants from spring low temperatures and insufficient over-pollination. Watermelon seed productivity of summer crops is less by 1.3...1.7 times, except for sowing in the first decade of July. The yield of seeds in summer crops was 164...228 kg / ha. The maximum yield of watermelon seeds was obtained during spring sowing — 258 kg / ha. the seeds Obtained from the fruits of summer sowing had high sowing characteristics and corresponded to the category of reproductive seeds.

**Key words:** watermelon, melon, variety, summer sowing, yield, seed productivity.

#### Введение

Арбузы и дыни являются типичными южными овощами, плоды которых ценятся преимущественно за превосходные вкусовые качества и приятный аромат, используются главным образом в свежем виде как десерт. В настоящее время на прилавках потребительского рынка Краснодарского края арбузы ранней и средней

группы спелости в основном представлены сортами и гибридами иностранной селекции. Сельхозтоваропроизводители выращивают отечественные сорта арбузов позднеспелой группы спелости, которые хорошо себя зарекомендовали и популярны у потребителей. В тоже время на рынке более 80 % дыни представлено отечественными сортами.



В последние годы цена на посевной материал бахчевых культур иностранной селекции переориентирует многих сельхозпроизводителей на приобретение семян отечественных сортов и гибридов, выгодно отличающихся по стоимости, хотя они и уступают по качеству. На семена популярного ассортимента отечественных сортов ежегодно увеличивается спрос, производство которых из-за целого ряда причин ограничено. Некоторые из производителей самостоятельно выращивают семенной материал, что часто приводит к потере сортовых качеств и снижению урожайности. На данный момент выращиванием семян в основном занимаются оригинаторы сортов в научно-исследовательских институтах и селекционных центрах, возможности которых сильно ограничены. Для обеспечения сельхозпроизводителей необходимым количеством семян интересующего ассортимента необходимо проведение исследований по разработке новых элементов технологий выращивания семян бахчевых культур, которые позволяют, используя имеющуюся материально-техническую базу и ограниченные людские ресурсы, получать семена в достаточном количестве с высокими посевными показателями.

Одним из важных вопросов в системе агротехнических мероприятий в семеноводстве арбуза и дыни является выбор оптимального срока посева. В центральной зоне Краснодарского края, в зависимости от складывающихся погодных условий весеннего периода, посев бахчевых культур проводится в последней декаде апреля — первой декаде мая, когда почва на глубине 8–10 см прогреется до 12–15 °С. Как ранние, так и поздние сроки посева опасны для растений. Посев в недостаточно прогретую почву задерживает прорастание семян и может привести к изреженности всходов из-за гибели семян. Возврат низких температур весной так же негативно влияет на всходы, так как прекращается процесс ассимиляции углекислого газа вплоть до температурного паралича и гибели растений [2, 3]. Весенние и раннелетние высокие температуры и суховеи могут способствовать быстрой потере почвенной влаги, что так же приводит к изреживанию посевов и гибели всходов. Ливневые осадки с градом могут нанести значительный ущерб посевам бахчевых культур. Возникает производственная необходимость в повторном посеве. Отрицательно сказываются на росте и развитии арбуза и дыни поздние сроки посева. Семена, попадая в подсушенный слой почвы, при недостатке влаги, плохо и неравномерно прорастают. Кроме того, при позднем посеве высокие температуры (выше 40 °С) сдерживают прорастание семян, а при 48 °С они вообще не прорастают [7, 8]. Однако на орошаемых участках удается значительно снизить влияние высоких температур на процессы прорастания семян и развития растений и обеспечить растения необходимым количеством влаги.

В Краснодарском крае выращивается целый ассортимент овощных культур, после уборки которых рано освобождаются участки; ранняя белокочанная капуста, озимый чеснок, редис, озимый лук, овощной горох и ранние зеленные культуры. Эти площади можно использовать для выращивания бахчевых культур.

#### **Цель исследований**

Изучить возможность использования летнего посева в качестве повторного, страхового или уплотняющего посевов в севообороте на орошаемом участке для получения семян арбуза и дыни сортов ранней группы спелости.

#### **Материалы и методы**

Объектом исследований выбран новый перспективный сорт арбуза «Юбиляр», созревающий на 70–80 день от появления всходов и сорта дыни ультраранний «Таманская», с вегетационным периодом 52–58 дней и ранний сорт «Стрельчанка», с периодом вегетации 55–60 дней от всходов до уборки. Эти сорта бахчевых культур относятся к фотонейтральным сортам и не реагируют на изменение длины дня.

Сроки посева: в 2017 году весенний посев — 16 мая и летний — 5 июля; в 2018 году весенний — 5 мая и летний — 19 июня, 4 июля и 12 июля. Опыты закладывали на семеноводческом участке ФГБНУ «ВНИИ риса» при капельном орошении. Применяя капельный полив в период вегетации, поддерживали влажность в почве на уровне 70–80 % НВ. Предшественник — ранняя белокочанная капуста, озимый чеснок и овощная фасоль. Участки засеивались по мере освобождения площади от культур. При уборке урожая плодов дыни и арбуза напряженность отбора 90 % для получения репродукционных семян РС-1. Для выделения семян отбирали плоды характерные сортового фенотипу; по форме, размеру, окраске и рисунку коры, цвету мякоти, размеру и окраске семян. При закладке опытов и проведении исследований использовали методику полевого опыта в овощеводстве [6, 1]. Агротехнику выращивания бахчевых культур на опытных участках выполняли в соответствии с разработанными рекомендациями в отделе овощекартонного производства ФГБНУ «ВНИИ риса» [9]. В лабораторных условиях проверяли посевные качества семян по ГОСТу 12038–84. Статистическая обработка полученных данных проведена согласно методикам [4, 5, 10].

#### **Результаты и обсуждение**

Лимитирующими факторами для прорастания семян арбуза и дыни являются температура и влажность почвы. Весенний посев проводили при прогревании почвы на глубине 8...10 см до 14 °С. Запасы влаги в почве, накопленные в осенне-зимний период, обеспечивали дружное прорастание семян. Массовые всходы появлялись на 12...14 день. Растения весенних посевов,

несмотря на оптимальные сроки высева, часто оказываются под воздействием низких температур. При понижении температуры воздуха ниже биологического минимума в первой декаде мая у растений отмечали «температурный паралич» тканей листовых пластинок и точек роста. При летнем посеве прорастание семян и рост растений дыни не лимитируется температурой. Основным фактором, влияющим на всхожесть семян, являлась влажность почвы. Применение полива через капельную систему компенсировало дефицит влаги в почве и обеспечивало появление всходов у летних посевов на 4...5 день. По всем вариантам опыта продолжительность вегетационного периода, фенотипические признаки и биометрические параметры плодов независимо от сроков посева соответствовали сортовым характеристикам (табл. 1, 2).

В плодах арбуза летних посевов завязываемость семян сильно варьировала и была меньше весенних посевов на 1,3...1,7 раза, кроме посева в первой декаде июля. Урожайность семян при летних посевах составляла 164...228 кг/га. Максимальный урожай семян арбуза был получен при весеннем посеве — 258 кг/га (табл. 3, 5).

К началу цветения растений дыни летних посевов основная масса нектароносных растений уже отцветает. Насекомые активно посещают цветы дыни, обеспечивая необходимым количеством пыльцы. Качество опыления сказалось на семенной продуктивности растений. Сбор плодов проводили в несколько этапов. Для выделения семян отбирали характерные по фенотипу плоды для сортов: по форме, размеру, цвету и рисунку сетки. Спелость определяли по легкому отделению плодоножки от плода. Количество семян в плодах дыни летних по-

**Таблица 1. Влияние сроков посева на биометрические параметры плодов арбуза сорта Юбилар (среднее за 2 года)**

Посев	Плод							
	Масса, кг		Высота, h, см		Диаметр, d, см		Индекс, h/d (J)	
	от — до	средняя	от — до	средняя	от — до	средний	от — до	средний
Весенний	3,20–10,02	5,19	20,0–24,0	22,6	18,0–22,0	20,3	1,05–1,15	0,95
Летний	3,66–9,94	5,80	21,0–29,0	18,0	19,0–20,0	19,5	0,85–1,0	0,93
	4,16–11,47	7,93	20,0–29,0	25,0	19,0–27,0	23,3	1,05–1,08	1,07
	3,26–9,93	5,14	19,0–22,0	20,7	18,0–20,0	19,0	1,06–1,1	1,09
Для массы плода, кг $F_{\text{факт.}} 4,75 > F_{\text{теор.}} 3,66$ . $HCP_{05} = 1,53$ ; Для индекса плода $F_{\text{факт.}} 5,14 > F_{\text{теор.}} 2,76$ . $HCP_{05} = 0,05$								

**Таблица 2. Биометрические параметры плодов дыни в зависимости от сроков посева (среднее за 2 года)**

Посев	Плод							
	Масса, кг		Высота, h, см		Диаметр, d, см		Индекс, h/d	
	от — до	средняя	от — до	средняя	от — до	среднее	от — до	среднее
Таманская								
Весенний	0,84–1,55	1,17	12,5–17,5	14,0	10,5–12,0	11,8	1,09–1,48	1,27
	0,64–1,25	0,85	12,0–16,0	14,4	10,0–14,0	11,2	1,14–1,50	1,29
Летний	0,82–1,21	0,96	13,0–17,0	14,3	10,0–11,0	11,8	1,18–1,54	1,32
	1,19–2,11	1,56	13,0–17,0	15,0	11,0–14,0	12,7	0,93–1,36	1,20
Для массы плода, кг $F_{\text{факт.}} 29,91 > F_{\text{теор.}} 4,75$ . $HCP_{05} = 0,19$ ; Для индекса плода $F_{\text{факт.}} 21,21 > F_{\text{теор.}} 4,75$ . $HCP_{05} = 0,05$								
Стрельчанка								
Весенний	1,11–1,88	1,46	13,0–17,0	14,7	12,0–16,0	13,5	1,01–1,23	1,09
Летний	0,89–2,63	1,89	12,0–21,0	17,0	11,0–17,0	14,2	1,07–1,40	1,19
	0,95–2,01	1,47	13,0–19,0	16,0	11,0–14,0	12,7	1,18–1,36	1,26
Для массы плода, кг $F_{\text{факт.}} 13,64 > F_{\text{теор.}} 5,14$ . $HCP_{05} = 0,18$ ; Для индекса плода $F_{\text{факт.}} 5,93 > F_{\text{теор.}} 5,14$ . $HCP_{05} = 0,06$								



Таблица 3. Семенная продуктивность арбуза сорта Юбиляр в зависимости от сроков посева

Посев	В одном плоду семян			
	количество, шт.		масса, г	
	от — до	среднее	от — до	средняя
Весенний	392–435	415,7	49,89–54,66	51,54
Летний	218–262	240,0	28,88–36,58	32,73
	356–509	421,7	38,78–57,27	45,67
	136–477	320,0	15,28–54,27	36,26

Для количества семян, шт.  $F_{\text{факт.}} 5,14 > F_{\text{теор.}} 4,26$ .  $НСР_{05} = 70,3$ ;  
 Для массы семян, г  $F_{\text{факт.}} 5,14 > F_{\text{теор.}} 5,02$ .  $НСР_{05} = 7,8$

сегов значительно больше, чем в плодах весенних посевов. У дыни сорта «Таманская» разница составляла — 89...135 штук семян, у «Стрельчанки» — 213...308 штук семян. Установлено, что семенная продуктивность раннеспелых сортов дыни при летнем посеве выше в 3.7...4,4 раза весеннего посева. С одного гектара получали до 97... 138 кг семян, в то время как при весеннем посеве выход семян дыни не превышал 37...52 кг/га, из-за значительных повреждений растений от весенних низких температур (табл. 4, 5).

По массе 1000 семян у дыни сорта «Таманская» семена летнего посева более полновесны. Семена дыни сорта «Стрельчанка» практически одинаковые по массе. У арбуза сорта «Юбиляр» семена летнего посева по массе уступают семенам весеннего посева. Полученные семена из плодов летнего посева по посевным характеристикам не уступали семенам весеннего посева и соответствовали категории первой репродукции РС-1 (табл. 6).

Однако из-за отсутствия отборов на раннеспелость, рекомендовано использовать семена из плодов летнего посева для высевы на участках с целью получения товарной продукции.

#### Выводы

1. Сорт арбуза «Юбиляр» и сорта дыни «Таманская» и «Стрельчанка» для получения семян рекомендуется высевать в летний период до середины июля.

2. Летний посев ранних сортов арбуза и дыни для семеноводческих целей, как повторный, страховой или уплотняющий посев, позволяет эффективно использовать площадь в овощном севообороте на орошаемых участках.

3. По семенной продуктивности летние посевы не уступают и даже превосходят традиционные весенние посевы.

4. Семена арбуза и дыни ранних сортов, полученные при летнем посеве, категории РС-1 рекомендуется использовать для товарных посевов,

Таблица 4. Семенная продуктивность сортов дыни в зависимости от сроков посева, 2017, 2018 гг.

Посев	В одном плоду семян			
	количество, шт.		масса, г	
	от — до	среднее	от — до	средняя
Таманская				
Весенний	288–411	335,9	7,0–14,8	10,8
	293–435	364,7	7,8–12,1	9,5
Летний	328–597	453,7	7,6–16,5	12,1
	283–562	499,0	12,6–17,3	15,7

Для количества семян, шт.  $F_{\text{факт.}} 35,11 > F_{\text{теор.}} 4,75$ .  $НСР_{05} = 59,9$ ;  
 Для массы семян, г  $F_{\text{факт.}} 58,10 > F_{\text{теор.}} 4,75$ .  $НСР_{05} = 3,7$

Стрельчанка				
Весенний	245–474	359,0	6,24–15,74	11,9
Летний	537–819	667,8	13,07–25,1	18,7
	457–639	572,0	10,2–17,0	12,9

Для количества семян, шт.  $F_{\text{факт.}} 3,45 < F_{\text{теор.}} 5,14$ ;  
 Для массы семян, г  $F_{\text{факт.}} 23,76 > F_{\text{теор.}} 6,94$ .  $НСР_{05} = 3,18$

несмотря на высокие показатели энергии прорастания и всхожести. При данной технологии исключен элемент отбора на скороспелость.

5. Предшественник не влияет на урожайность и семенную продуктивность бахчевых культур летних посевов.

**Таблица 5. Урожайность плодов и семян арбуза сорта Юбиляр и дыни сорта Таманская и Стрельчанка в зависимости от сроков посева (среднее за 2 года)**

Посев	Урожайность		
	плодов, т/га	семян	
		кг/га	% от массы плодов
Арбуз Юбиляр			
Весенний	20,9	258,2	1,2
Летний	19,0	164,6	0,9
	39,6	228,5	0,7
	20,7	181,3	0,9
Для плодов $F_{\text{факт.}} 10,51 > F_{\text{теор.}} 4,07$ . НСР <sub>05</sub> = 1,8 т/га; Для семян $F_{\text{факт.}} 2,11 < F_{\text{теор.}} 4,07$			
Дыня Таманская			
Весенний	5,85	52,4	0,9
Летний	2,0	21,9	1,1
	4,80	62,7	1,3
	10,43	97,3	0,9
Для плодов, т $F_{\text{факт.}} 1,19 < F_{\text{теор.}} 18,51$ ; Для семян, кг $F_{\text{факт.}} 3,45 < F_{\text{теор.}} 18,51$			
Дыня Стрельчанка			
Весенний	4,56	37,4	0,8
Летний	8,94	138,6	1,5
	9,13	79,4	0,9
	8,34	70,6	0,9
Для плодов, т $F_{\text{факт.}} 3,99 < F_{\text{теор.}} 18,51$ ; Для семян, кг $F_{\text{факт.}} 1,58 < F_{\text{теор.}} 18,51$			

**Таблица 6. Влияние сроков посева на посевные качества семян арбуза и дыни сортов ранней группы**

Посев	Масса 1000 семян, г	Энергия прорастания, %	Всхожесть, %
Арбуз Юбиляр			
Весенний	123,6	92	88
Летний	108,4	96	91
	113,2	96	90
Дыня Таманская			
Весенний	25,0	84	84
	26,1	90	81
Летний	27,1	95	95
	29,3	90	89
Дыня Стрельчанка			
Весенний	33,4	97	95
Летний	34,1	87	96
	34,3	85	82

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Белик, В. Ф. Методика физиологических исследований в овощеводстве и бахчеводстве / В. Ф. Белик. — М.: 1970. — 210 с.
2. Буриев, Х. Ч. Справочная книга бахчевода / Под ред. В. Ф. Белика. — М.: Колос, 1984. — 143.
3. Гуцалюк, Т. Г. Бахчеводство / Т. Г. Гуцалюк, П. М. Эренбург. — Алма-Ата: Кайнар, 1965. — 176 с.
4. Дзюба, В. А. Теоретическое и прикладное растениеводство: на примере пшеницы, ячменя и риса: науч.-метод. пособие. / В. А. Дзюба. — Краснодар, 2010. — 475 с.
5. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. — М.: Колос, 1979. — 416 с.
6. Литвинов, С. С. Методика опытного дела в овощеводстве / С. С. Литвинов. — М.: ВНИИ овощеводства, 2011. — 650 с.
7. Лудилов, В. А. Семеноводство овощных и бахчевых культур. / В. А. Лудилов. — М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2005. — 392 с.
8. Филов, А. И. Бахчеводство. / А. И. Филов. — М.: Колос, 1969. — 263 с.
9. Цыбулевский, Н. И. Бахчевые культуры (рекомендации) / Н. И. Цыбулевский, Е. М. Кулиш, Л. А. Шевченко. — Краснодар: 2009. — 34 с.
10. Шеуджен, А. Х. Методика агрохимических исследований и статистическая оценка их результатов: учеб. Пособие. 2-е изд. перераб. и доп. / А. Х. Шеуджен, Т. Н. Бондарева. — Майкоп: ОАО «Полиграф-ЮГ», 2015. — 664 с.

**REFERENCES**

1. Belik, V. F. Methods of physiological research in vegetable and melon growing / V. F. Belik-M.: 1970., 210 p.
2. Buriev, Kh. H. Reference book of baghavat / ed. by V. F. Belik. — Moscow: Kolos, 1984.— 143
3. Gutsalyuk, T. G. Melons. / T. G. Gutsalyuk, P. M. Ehrenburg. — Alma-ATA: Kainar, 1965. — 176 p.
4. Dzyuba, V. A. Theoretical and applied crop production: on the example of wheat, barley and rice: nauch.-method. benefit / V. A. Dzyuba. — Krasnodar, 2010, 475 p.
5. Dospikhov, B. A. Technique of field experience / B. A. Dospikhov. — Moscow: Kolos, 1979. — 416 p.
6. Litvinov, S. S. Methodology of experimental work in vegetable growing / S. S. Litvinov. — M.: Institute of horticulture, 2011. — 650 p.
7. Ludlow, V. A. Seed production of vegetable and melon crops / V. A. Ludlow. — Moscow: rosinformagrotech, 2005. — 392 p.
8. Filov, A. I. Melons. / A. I. Filov. — Moscow: Kolos, 1969. — 263 p.
9. Tsybulevsky, N. I. Melons (recommendations) / N. I. Tsybulevsky, E. M. Kulish, L. A. Shevchenko. — Krasnodar: 2009. — 34 p.
10. Sheudzhen, H. A. the Technique of agrochemical researches and statistical evaluation of the results: proc. Benefit. 2nd ed. pererab. and additional / A. H. sheudzhen, T. N. Bondareva. — Maykop: JSC "polygraph-SOUTH", 2015. — 664 p.

**Виктор Эдуардович Лазько**

Заведующий лабораторией бахчевых и луковых культур, ведущий научный сотрудник  
E-mail: arrri\_kub@mail.ru

**Viktor E. Lazko**

Head laboratory of melons and onion crops, leading researcher  
E-mail: arrri\_kub@mail.ru

**Ольга Владимировна Якимова**

Научный сотрудник лаборатории бахчевых и луковых культур  
E-mail: belyaeva12092013@yandex.ru

**Olga V. Yakimova**

Researcher of the laboratory of cucurbit and onion crops  
E-mail: belyaeva12092013@yandex.ru

Все: ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт риса»  
350921, Краснодар, пос. Белозерный, 3

All: FSBSI «All-Russian research Institute of rice»  
Belozerny village, 3, Krasnodar, Russian Federation, 350921

**Благородова Елена Николаевна**

Доцент кафедры овощеводства  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина»

**Blagorodova Elena Nikolaevna**

Associate professor  
Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin"

УДК 633.18:57:631.524.7

Т. Б. Кумейко, канд. с.-х. наук,  
Н. Г. Туманьян, д-р биол. наук  
г. Краснодар, Россия

### ВЛИЯНИЕ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ КАЧЕСТВА СОРТОВ РИСА СЕЛЕКЦИИ ВНИИ РИСА, ВЫРАЩЕННЫХ В АБИНСКОМ РАЙОНЕ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ

Изучены технологические признаки качества зерна сортов риса селекции ВНИИ риса Рапан, Флагман, Новатор, Олимп, Юбилейный 85, Атлант, Кураж, Фаворит в 2017, 2018 гг., выращенных в Абинском районе Краснодарского края. Целью исследований было изучить влияние доз азотных удобрений на технологические признаки качества зерна риса. Проведена оценка сортов риса при возделывании с различными дозами азотных удобрений  $N_{60}$ ,  $N_{120}$  по крупности, пленчатости, стекловидности, трещиноватости, общему выходу крупы и содержанию целого ядра в крупе. При увеличении дозы азота до  $N_{120}$  оставались неизменными или увеличивались «крупность зерновки», «стекловидность», «трещиноватость» и изменялась «пленчатость». Показано, что сорт риса Кураж, как стабильный по признакам качества зерна крупности зерновки, пленчатости, стекловидности, трещиноватости общего выхода крупы и содержания целого ядра в крупе, может быть использован в селекционном процессе создания сортов риса с низкой изменчивостью для условий Абинского района Краснодарского края. В связи с различной тенденцией изменения признаков качества зерна при внесении удобрений  $N_{60}$ ,  $N_{120}$  сорта были объединены в группы. Сорта у которых стекловидность и трещиноватость не изменялись: Флагман, Кураж и Новатор; сорта у которых трещиноватость повышалась, стекловидность уменьшалась: Рапан, Олимп. У остальных сортов тенденции в изменчивости признаков качества не определены. Закономерность изменения признаков качества зерна может свидетельствовать об экстенсивном типе сортов Флагман, Кураж, Новатор и интенсивном — сортов Рапан и Олимп.

**Ключевые слова:** рис, сорт, качество риса, технологические признаки зерна, азотные удобрения.

### IMPACT OF NITROGEN FERTILIZERS ON TECHNOLOGICAL QUALITY TRAITS OF RICE VARIETIES OF ARRI BREEDING GROWN IN ABINSKIY DISTRICT, KRASNODAR REGION

Technological grain quality traits of rice varieties of ARRI breeding Rapan, Flagman, Novator, Olymp, Yubileyni 85, Atlant, Kurazh, Favorit grown in 2017, 2018 in Abinskiy district, Karasnodar region, were studied. Purpose of the research was to study the effect of doses of nitrogen fertilizers on technological traits of rice grain quality. Rice varieties were evaluated during cultivation with various doses of  $N_{60}$ ,  $N_{120}$  nitrogen fertilizers by size, filminess, vitreousity, fracture, total milled rice and head rice content. With an increase in the dose of nitrogen to  $N_{120}$ , the «grain size», «vitreousity», «fracture» remained unchanged and the «filminess» changed. It is shown that rice variety Kurazh, as stable in terms of grain quality, grain size, filminess, vitreousity, fracture, total milled rice and head rice content, can be used in breeding process for developing rice varieties with low variability for the conditions of Abinsky district, Krasnodar region. Due to the different trends in grain quality traits when applying fertilizers  $N_{60}$ ,  $N_{120}$ , varieties were grouped. Varieties in which vitreousity and fracture did not change: Flagman, Kurazh and Novator; varieties in which fracture increased and vitreousity decreased: Rapan, Olymp. In the remaining varieties, trends in the variability of quality traits are not defined. The pattern of changes in the grain quality traits may indicate an extensive type of varieties Flagman, Kurazh, Novator and intensive — varieties Rapan and Olymp.

**Key words:** rice, variety, rice quality, technological grain quality traits, nitrogen fertilizers.

#### Введение

В последние годы на Кубани высокими темпами в рисоводстве ведется сортосмена, внедряются новые сорта с высоким биологическим потенциалом. Краснодарский край — главный регион Российской Федерации по производству риса, где более 80 % выращивается отечественных сортов. Одним из реальных и простых резервов увеличения производства риса в РФ является повышение качества риса. В российских научных центрах, занимающихся селекцией риса, ведутся исследования и получены результаты взаимосвязи важнейших признаков качества зерна, позволяющие оптимизировать

селекционный процесс риса и прогнозировать его качество при выращивании [8]. Для формирования зерна риса с высоким качеством необходимо сбалансированное питание растений. Проведенные исследования показали, что районированные сорта риса по-разному реагируют на внесение удобрений, что обусловлено их реакцией на уровень минерального питания [1, 7]. Азотные удобрения, как правило, обеспечивают прибавку урожая до 80 % [11]. Урожайность риса значительно возросла в результате внесения азота с общим весом около 120 кг/га, сделан вывод, что применение азота может повысить как урожайность, так и



качество зерна, что может принести потенциальную пользу фермерам и рисоводам в долине реки Сенегал [13]. Относительная доступность азота из удобрений повлияла в Каляни, Индия, на рост риса (индекс площади листьев), содержание хлорофилла в листьях и поглощение питательных веществ, значительно увеличила урожайность зерна риса (18–41 %) и содержание белка (0,1–0,7 %) [10]. В то время как урожайность риса увеличилась, но мало что известно о влиянии селекции на качество зерна, особенно при различных уровнях доступности азота. По результатам исследований с увеличением дозы азота до оптимальной увеличивается крупность зерновки риса, стекловидность, содержание амилозы, пиковая вязкость, характеризующая консистенцию геля крахмала зерна. Эти результаты свидетельствуют о том, что дальнейшее улучшение качества зерна будет зависеть как от методов селекции, так и от методов выращивания культуры, в частности от азотного питания [12]. При дальнейшем увеличении доз удобрений происходит обратный результат: увеличивается трещиноватость эндосперма зерновки, и снижается стекловидность и масса зерновки [9].

Актуальность исследования заключается в изучении изменчивости сортов селекции ВНИИ риса по технологическим признакам качества зерна, и прогнозировании качества урожая.

#### **Цель исследования**

Изучить технологические признаки качества зерна сортов селекции ВНИИ риса, установить их изменчивость при возделывании в Абинском районе Краснодарского края.

#### **Материалы и методы**

В качестве материала исследований служили сорта селекции ВНИИ риса: Новатор (ранне-спелый), Фаворит, Олимп, Юбилейный 85, Атлант, Рапан, Флагман, Кураж (средне-спелые) урожая 2017, 2018 гг., выращенных в Абинском районе Краснодарского края. В Государственный реестр охраняемых селекционных достижений, допущенных к использованию по Северо-Кавказскому региону включены сорта риса: Новатор в 2003 г., (в 2006 г. по Северо-Кавказскому и Нижневолжскому регионам) Олимп в 2010 г., в 2015 г. (по Северо-Кавказскому региону), Фаворит в 2011 г., 2014 г. (по Северо-Кавказскому региону), Атлант в 2007 г., 2008 г. (по Северо-Кавказскому региону), Рапан в 1996 г. В Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию по Северо-Кавказскому региону — сорта риса: Флагман в 2004 г., в 2007 г. (по Северо-Кавказскому региону), Кураж в 2010 г., в 2013 г. (по Северо-Кавказскому региону), Юбилейный 85 в 2019 г. (по Северо-Кавказскому региону) [6]. Массу 1000 зерен определяли по ГОСТу 10842-89 [2], плёнчатость — 10843-76 (на шелушильной установке Satake) [3], стекловидность — по ГОСТу 10987-76, трещиноватость — по ГОСТу 10987-76 с помощью диафаноскопа ДСЗ-3

[4]. Выход и качество крупы — на установке ЛУР-1М. Математическую и статистическую обработку данных проводили по Дзюбе [5]. Исследования проводили на рисовых луговых выщелоченных среднемощных легкоглинистых почвах. Реакция почвенного раствора в пахотном горизонте нейтральная (рН — 6,8–7,2). Содержание валового азота варьирует от 0,20 % до 0,23 %, общего фосфора от 0,18 % до 0,22 %. Обеспеченность почв доступными формами элементов питания меняется: средняя — по легкогидролизуемому азоту (4,10 мг/100 г почвы); средняя — по подвижным соединениям калия (25 мг/100 г почвы); низкая — по подвижным соединениям фосфора (2,2 мг/100 г почвы). Минеральные удобрения вносили в подкормку в два варианта опыта: (N<sub>60</sub>P<sub>90</sub>K<sub>60</sub>) и (N<sub>120</sub>P<sub>90</sub>K<sub>60</sub>). Уборку проводили 30.10.2017 и 02.11.2018 гг.

#### **Результаты и обсуждение**

Для прогнозирования качества урожая сортов селекции ВНИИ риса необходимо изучение комплекса признаков качества зерна урожая, выращенного в различных погодных-климатических условиях по разным зонам возделывания. Результаты по технологическим признакам качества отечественных сортов, выращенных в Абинском районе Краснодарского края представлены в таблицах 1, 2.

Сорт риса Рапан имел массу 1000 а. с. зерен на варианте N<sub>60</sub> от 22,5 г до 24,2 г в 2018 и 2017 гг. соответственно. За два года исследований плёнчатость и трещиноватость была средней независимо от доз удобрений и годов возделываний. В 2018 г. трещиноватость была высокой на варианте N<sub>60</sub> — 40 %, на варианте N<sub>120</sub> увеличилась на 10 % и составила — 44 %. В 2017 г. трещиноватость была средней — 27 %, 28 %. Общий выход крупы по годам и по вариантам опыта был высоким. Содержание целого ядра в крупе в 2018 г. было низким, в 2017 г. — было средним и на варианте N<sub>120</sub> увеличивалось на 6,2 %. У сортов риса Флагман, Новатор, Олимп, Юбилейный 85, Атлант, Кураж, Фаворит масса зерновки на всех вариантах опыта и по годам была средней крупности. Плёнчатость у сортов риса Рапан, Олимп, Юбилейный 85, Атлант, Кураж, Фаворит была средней независимо от года исследования и вариантов опыта, у сорта риса Новатор высокая (20,6 %), у сорта риса Флагман в 2018 г. высокая (20,6 %), в 2017 г. низкая (19,1 %). Стекловидность у сорта риса Рапан по вариантам и годам исследований была средней, а на варианте N<sub>120</sub> была одинаковой независимо от года исследований и составила 91 %. Стекловидность у сорта риса Новатор была всегда низкой (78–80 %), у сорта риса Олимп средней (83–88 %), у сорта риса Атлант средней (88–95 %). Стекловидность у сорта риса Флагман в 2018 г. была низкой, на 2 % выше на варианте N<sub>120</sub>, а 2017 г. — средней при дозах N<sub>60</sub> и N<sub>120</sub> соответственно по вариантам опыта. У сорта риса Юбилейный 85 стекловидность в 2018 г. бы-

**Таблица 1. Технологические признаки качества зерна: крупность зерновок, пленчатость, стекловидность, трещиноватость сортов селекции ВНИИ риса урожаев 2017, 2018 гг.**

Сорт	Год	Доза азота, д.в.	Масса 1000 а.с.з., г	Пленчатость, %	Стекловидность, %	Трещиноватость, %
Рапан, st	2018	N <sub>60</sub>	22,5	18,5	93	40
		N <sub>120</sub>	22,4	19,5	91	44
	2017	N <sub>60</sub>	24,2	19,3	89	27
		N <sub>120</sub>	24,7	19,8	91	28
Флагман, st	2018	N <sub>60</sub>	22,6	20,4	75	30
		N <sub>120</sub>	22,0	20,2	77	28
	2017	N <sub>60</sub>	25,0	19,1	85	35
		N <sub>120</sub>	25,3	19,6	86	36
Новатор	2018	N <sub>60</sub>	24,6	19,9	74	37
		N <sub>120</sub>	24,4	20,6	73	38
	2017	N <sub>60</sub>	26,0	20,5	80	49
		N <sub>120</sub>	26,4	20,6	78	58
Олимп	2018	N <sub>60</sub>	20,6	18,2	86	14
		N <sub>120</sub>	21,1	17,1	83	19
	2017	N <sub>60</sub>	23,5	16,6	85	15
		N <sub>120</sub>	23,5	17,7	88	30
Юбилейный 85	2018	N <sub>60</sub>	22,7	20,1	87	49
		N <sub>120</sub>	23,2	19,5	86	47
	2017	N <sub>60</sub>	26,3	19,7	80	30
		N <sub>120</sub>	25,7	18,4	81	24
Атлант	2018	N <sub>60</sub>	22,8	18,7	90	67
		N <sub>120</sub>	22,1	19,1	95	60
	2017	N <sub>60</sub>	25,0	17,9	88	51
		N <sub>120</sub>	24,1	17,9	88	51
Кураж	2018	N <sub>60</sub>	24,0	18,4	96	7
		N <sub>120</sub>	24,0	18,1	94	8
	2017	N <sub>60</sub>	25,5	16,5	93	5
		N <sub>120</sub>	25,6	16,9	92	7
Фаворит	2018	N <sub>60</sub>	26,7	18,1	87	20
		N <sub>120</sub>	26,8	18,6	84	18
	2017	N <sub>60</sub>	29,1	18,4	84	12
		N <sub>120</sub>	28,4	18,0	81	13
НСР <sub>05</sub>			1,02	1,37	1,52	1,7

ла 87 %, 86 %, а в 2017 г. снизилась до 80 %, 81 % соответственно. У сорта риса Кураж в 2018 г. стекловидность была высокой — 96 %, 94 %, в 2017 г. 93 %, 92 %. У сорта риса Фаворит стекловидность была низкой по вариантам опыта 2018 г. на N<sub>120</sub>, в 2017 г. на N<sub>60</sub> и N<sub>120</sub> — 84 %, 84 %, 81 % соответственно и выше на варианте в 2018 г. N<sub>60</sub> — 87 %. У сортов риса Новатор, Атлант по всем вариантам опыта и годам трещиноватость эндосперма была высокой, у сорта риса Кураж только низкой (от 5 %

до 8 %), у сорта риса Фаворит на среднем уровне от 12 % до 20 %.

Общий выход крупы у сортов риса Рапан, Флагман, Олимп, Юбилейный 85, Атлант был высоким по вариантам опыта и годам исследований. Содержание целого ядра в крупе было низким у сортов риса Новатор, Атлант; у сортов Олимп, Кураж Фаворит — средним по вариантам опыта и годам (72,6–73,9 %; 67,9–83,4 %; 68,3–70,2 %) соответственно.

**Таблица 2. Технологические признаки качества зерна: общий выход крупы, содержание целого ядра в крупе сортов селекции ВНИИ риса урожаев 2017, 2018 гг.**

Сорт	Год	Доза азота, д.в.	Общий выход крупы, %	Содержание целого ядра в крупе, %
Рапан, st	2018	N <sub>60</sub>	72,3	62,8
		N <sub>120</sub>	71,4	64,1
	2017	N <sub>60</sub>	70,4	74,2
		N <sub>120</sub>	69,9	78,8
Флагман, st	2018	N <sub>60</sub>	70,7	60,3
		N <sub>120</sub>	70,6	70,7
	2017	N <sub>60</sub>	69,6	78,2
		N <sub>120</sub>	69,9	71,1
Новатор	2018	N <sub>60</sub>	70,4	54,5
		N <sub>120</sub>	69,3	51,8
	2017	N <sub>60</sub>	67,7	68,0
		N <sub>120</sub>	68,7	61,3
Олимп	2018	N <sub>60</sub>	72,9	87,6
		N <sub>120</sub>	73,9	83,1
	2017	N <sub>60</sub>	72,6	88,4
		N <sub>120</sub>	73,5	77,8
Юбилейный 85	2018	N <sub>60</sub>	70,6	51,6
		N <sub>120</sub>	70,3	54,8
	2017	N <sub>60</sub>	69,9	73,5
		N <sub>120</sub>	69,3	79,3
Атлант	2018	N <sub>60</sub>	69,9	41,7
		N <sub>120</sub>	69,6	40,2
	2017	N <sub>60</sub>	71,9	52,2
		N <sub>120</sub>	71,9	52,2
Кураж	2018	N <sub>60</sub>	68,9	81,9
		N <sub>120</sub>	83,4	79,3
	2017	N <sub>60</sub>	68,1	87,9
		N <sub>120</sub>	67,9	86,9
Фаворит	2018	N <sub>60</sub>	70,2	70,1
		N <sub>120</sub>	68,3	69,2
	2017	N <sub>60</sub>	68,4	84,4
		N <sub>120</sub>	69,1	84,7
НСР <sub>05</sub>			1,17	1,33

В исследовании была поставлена задача определить доли влияния каждого фактора и его составляющих с учетом величины дисперсии на проявление исследуемого признака (массы 1000 а.с. зерен, стекловидности, трещиноватости) и количественно охарактеризовать доли влияния изучаемых факторов и их взаимодействия.

В результате двухфакторного дисперсионного анализа было показано, что фактор «сорт» влияет

на изменение массы 1000 а. с. зерен с повышением уровня минерального питания на 32,5 % в урожае 2018 г. и на 31,85 % в урожае 2017 г. (табл. 3, 4, 5)

Уровень минерального питания (фактор В) за два года исследований не повлиял на изменение признаков качества зерна. Доля вклада фактора «сорт» в изменчивость стекловидности эндосперма, в 2018 г. составила 31,71 % и в 2017 г. — 30,57 %; трещиноватости эндосперма в 2018 г. — 32,89 и 2017 г. —

**Таблица 3. Доля вклада факторов в изменении значений: массы 1000 а. с. зерен, трещиноватости, стекловидности, урожай 2018 г.**

Источник варьирования	Доля вклада, %		
	масса 1000 а.с.з.	стекловидность	трещиноватость
Сорт (фактор А)	32,53	31,71	32,89
Уровень минерального питания (фактор В)	-0,02	-0,10	-0,02
Взаимодействие факторов АВ	0,47	0,92	0,35

**Таблица 4. Доля вклада факторов в изменении значений: массы 1000 а.с. зерен, трещиноватости, стекловидности, урожай 2017 г.**

Источник варьирования	Доля вклада, %		
	масса 1000 а.с.з.	стекловидность	трещиноватость
Сорт (фактор А)	31,85	30,57	31,80
Уровень минерального питания (фактор В)	-0,01	-0,80	0,24
Взаимодействие факторов АВ	1,08	1,71	1,16

**Таблица 5. Доля вклада факторов в изменении значений: массы 1000 а.с. зерен, трещиноватости, стекловидности, урожай 2017, 2018 гг.**

Источник варьирования	Доля вклада, %		
	масса 1000 а.с.з.	стекловидность	трещиноватость
Сорт (фактор А)	0,44	4,07	24,25
Уровень минерального питания (фактор В)	-0,032	-11,94	-6,49
Взаимодействие факторов АВ	0,46	24,68	6,57

31,80 %. Эффект взаимодействия АВ по признакам качества (масса 1000 а. с. зерен, стекловидность, трещиноватость) выше в 2017 г. в два раза.

При обсуждении данных по признакам качества урожая 2017 и 2018 гг. доли вкладов параметра «сорт» оказались в формировании признака крупности и стекловидности не существенны (табл. 4)

Фактор «А» влияет на изменение массы 1000 а.с. зерен по годам на одинаковом уровне минерального питания на 0,44 %, стекловидности на 4,07 % и трещиноватости на 24,25 %. Фактор В также практически не влияет на изменение значений признаков качества зерна. Доля вклада по взаимодействию факторов АВ на массу 1000 а.с.з. составила 0,46 %, на стекловидность — 24,68 %, на трещиноватость — 6,57 %.

Вариабельность признака позволяет оценить коэффициент вариации. В таблице 6 приведены средние значения и вариабельность признаков качества сортов риса селекции ВНИИ риса, выращенных в Абинском районе Краснодарского края.

Коэффициент вариации позволяет уточнить изменчивость сортов по признакам в сравнении со

средним уровнем в относительном выражении и позволяет оценить стабильность сортов по технологическим признакам качества. Вариации признаков делятся на слабую ( $\leq 10,0$  %), среднюю (20,0 %) и значительную (33,3 % и выше). Низкая вариабельность признака качества зерна свидетельствует о высокой стабильности сортов. Вариации массы 1000 а. с. зерен всех сортов являются слабыми, по этому признаку высокая стабильность у Новатора, Куража и Фаворита. Стабильны по признаку «стекловидность» сорта риса Рапан, Олимп, Кураж; по признаку «трещиноватость эндосперма» сорта риса Флагман и Кураж; по содержанию целого ядра в крупе сорта риса Олимп и Кураж. В связи с этим, по важнейшим признакам качества зерна при возделывании в Абинском районе Краснодарского края стабильными являются сорта риса Кураж и Флагман. Сорт Рапан был не стабилен по крупности зерновки и трещиноватости.

#### **Выводы**

1. Сорт риса Кураж, как стабильный по признакам качества зерна крупности: зерновки, пленчатости, стекловидности, трещиноватости общего



**Таблица 6. Средние значения и вариабельность технологических признаков качества зерна сортов риса селекции ВНИИ риса, урожаи 2017, 2018 гг.**

Сорт	Вариабельность технологических признаков качества							
	Масса 1000 а.с. зерен		Стекловидность		Трещиноватость		Содержание целого ядра	
	CV,%	Ср., г	CV,%	Ср., г	CV,%	Ср., г	CV,%	Ср., г
Рапан	5,00	23,5	1,79	91	24,6	35	11,1	70,0
Флагман	7,03	23,7	6,89	81	12,0	32	10,5	70,1
Новатор	3,94	25,4	4,33	76	21,9	46	12,3	58,9
Олимп	6,96	22,2	2,43	86	37,6	20	5,79	84,2
Юбилейный 85	7,31	24,5	4,21	4	33,1	38	21,1	64,8
Атлант	5,53	23,5	3,66	90	55,5	57	14,0	46,6
Кураж	3,62	24,8	1,82	94	18,6	7	4,87	84,0
Фаворит	4,29	27,8	2,92	84	24,5	16	11,2	77,1

Примечание: CV — вариабельность, Ср. — среднее значение признака.

выхода крупы и содержания целого ядра в крупе, может быть использован в селекционном процессе создания сортов риса с низкой изменчивостью для условий Абинского района Краснодарского края.

2. В связи с различной тенденцией изменения признаков качества зерна при внесении удобрений N<sub>60</sub>, N<sub>120</sub> сорта объединены в следующие группы. Сорта у которых стекловидность и трещиноватость

не изменялись: Флагман, Кураж и Новатор; сорта у которых трещиноватость повышалась, стекловидность уменьшалась: Рапан, Олимп. У остальных сортов тенденции в изменчивости признаков качества не определены.

3. Закономерность изменения признаков качества зерна может свидетельствовать об экстенсивном типе сортов Флагман, Кураж, Новатор и интенсивном — сортов Рапан и Олимп.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Белоусов, И. Е. Реакция сортов риса на некорневую подкормку азотом в зависимости от уровня азотного питания / И. Е. Белоусов // Рисоводство. — 2019. — № 2(43). — С. 52–56.
2. ГОСТ 10842-89. Зерно зерновых и бобовых культур и семена масличных культур. Метод определения массы 1000 зерен и 1000 семян; введ. 1999-07-01. — Москва: Межгос. Совет по стандартизации, метрологии и сертификации; Москва: Изд-во стандартов, — Зерно. Методы анализа, 2009. — 7 с.
3. ГОСТ 10843-76. Метод определения пленчатости; введ. 1976-07-01. — Москва: Межгос. Совет по стандартизации, метрологии и сертификации; Москва: Изд-во стандартов, 2009. — 11 с.
4. ГОСТ 10987-76. Метод определения стекловидности; введ. 1977-06-01. — Москва: Межгос. Совет по стандартизации, метрологии и сертификации; Москва: Изд-во стандартов, 2009. — 53 с.
5. Дзюба, В. А. Многофакторный опыт и методы биометрического анализа экспериментальных данных / В. А. Дзюба // Методические рекомендации (доп.). — Краснодар. — 2007. — 76 с.
6. Каталог сортов риса и овощебахчевых культур кубанской селекции. — Краснодар: Эдви, 2016. — 160 с.
7. Казарцева, А. Т. Эколого-генетические и агрохимические основы повышения качества зерна / А. Т. Казарцева. — Майкоп: ГУРИП «Адыгея», 2004. — 160 с.
8. Костылев, П. И. Технологические и биохимические качества зерна риса / П. И. Костылев // Зерновое хозяйство России. — 2009. — № 2. — С. 31–36.
9. Шеуджен, А. Х. Проблемы применения микроэлементов в рисоводстве Российской Федерации / А. Х. Шеуджен // Рисоводство. — 2004. — № 5. — С. 73–80.
10. Ghosh, M., Mandail, B. K., Mandail, B. B., Lodh, S. B., Dash, A. K. The effect of planting data and quality of aromatic rice (*Oryza sativa*) // Agricultural Science. — V. 142. — 2. — 2004. — P. 183–191.
11. Hiroe Yoshida, Kunihiro Takehisa, Toshihiko Kojima, Hiroyuki Ohno, Kaori Sasaki, Hiroshi Nakagawa Modeling the effects of N application on growth, yield and plant properties associated with the occurrence of chalky grains of rice // Plant Production Science. 2016. 19(1). — P. 30–42.
12. Praksh, Y. S. Bhadoria, P. B. S., Amitava, R., Rakshit, A. Relative efficacy of organic manure in improving milling and cooring quality of rice // Rice Res. V. 27, Issue, 1. — P. 43–44.
13. Wopereis-Pura, M. M. Watanabe, H., Moreira, J., Wopereis, M. C. S. Effect of late nitrogen application on rice yield, grain quality and profitability in the Senegal River valley // European Journal of Agronomy V. 17. — Issue 3, 2002, — P. 191–198.

## REFERENCES

1. Belousov, I. E. Reaction of rice varieties on foliar nitrogen application depending on the level of nitrogen nutrition / I. E. Belousov // Rice growing. — 2019. — № 2(43). — p. 52–56.
2. GOST 10842-89. Grain of cereals and legumes and oilseeds. Method for determining the mass of 1000 grains and 1000 seeds; introduced 1999-07-01. — Moscow: Interstate Council for Standardization, Metrology and Certification; Moscow: Publishing House of Standards, — Grain. Methods of analysis, 2009. — 7 p.
3. GOST 10843-76. Methods for determining filminess; introduced 1976-07-01. — Moscow: Interstate Council for Standardization, Metrology and Certification; Moscow: Publishing House of Standards, 2009. — 11 p.
4. GOST 10987-76. Methods for determining vitreousity; introduced 1977-06-01. — Moscow: Interstate Council for Standardization, Metrology and Certification; Moscow: Publishing House of Standards, 2009. — 53 p.
5. Dzuba, V. A. Multifactorial experiment and methods of biometric analysis of experimental data / V. A. Dzuba // Methodical recommendations (add.). — Krasnodar. — 2007. — 76 p.
6. The catalog of rice varieties and vegetable and melon crops of Kuban breeding. — Krasnodar: Edvi, 2016. — 160 p.
7. Kazartseva, A. T. Ecological, genetic and agrochemical basis for improving grain quality / A. T. Kazartseva. — Maykop: GURIP «Adygeya», 2004. — 160 p.
8. Kostylev, P. I. Technological and biochemical qualities of rice grain / P. I. Kostylev // Zernovoe hozyajstvo Rossii. — 2009. — No. 2. — P. 31–36.
9. Sheudzhen, A. Kh. Problems of the use of microelements in rice growing in Russian Federation / A. Kh. Sheudzhen // Rice growing. — 2004. — № 5. — P. 73–80.
10. Ghosh, M., Mandail, B. K., Mandail, B. B., Lodh, S. B., Dash, A. K. The effect of planting data and quality of aromatic rice (*Oryza sativa*) // Agricultural Science. — 2004. — V. 142. — 2. — P. 183–191.
11. Hiroe Yoshida, Kunihiko Takehisa, Toshihiko Kojima, Hiroyuki Ohno, Kaori Sasaki, Hiroshi Nakagawa Modeling the effects of N application on growth, yield and plant properties associated with the occurrence of chalky grains of rice // Plant Production Science. 2016. — V. 19(1). — P. 30–42.
12. Praksh, Y. S. Bhadoria, P. B. S., Amitava, R., Rakshit, A. Relative efficacy of organic manure in improving milling and cooring quality of rice // Rice Res. — 2002. — V. 27. — V. 1. — P. 43–44.
13. Wopereis-Pura, M. M. Watanabe, H., Moreira, J., Wopereis, M. C. S. Effect of late nitrogen application on rice yield, grain quality and profitability in the Senegal River valley // European Journal of Agronomy. — V. 17. — Issue 3, 2002, — P. 191–198.

**Татьяна Борисовна Кумейко**

Ст. науч. сотр. лаборатории качества риса  
E-mail: tatkumejko@yandex.ru

**Tatyana Borisovna Kumejko**

Senior scientist of laboratory of rice quality,  
E-mail: tatkumejko@yandex.ru

**Наталья Георгиевна Туманьян**

Зав. лаб. качества риса,  
E-mail: TNGerag@yandex.ru

**Natalia Georgievna Tumanyan**

Head of laboratory of rice quality  
E-mail: TNGerag@yandex.ru

Все: ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт риса», 350921, Краснодар, пос. Белозерный, 3  
E-mail: arri\_kub@mail.ru

All: FSBSI «All-Russian research Institute of rice», Belozerny village, 3, Krasnodar, Russian Federation, 350921  
E-mail: arri\_kub@mail.ru

# РИСОВОДСТВО / RICE GROWING

НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ / SCIENTIFIC RESEARCH AND PRODUCTION MAGAZINE

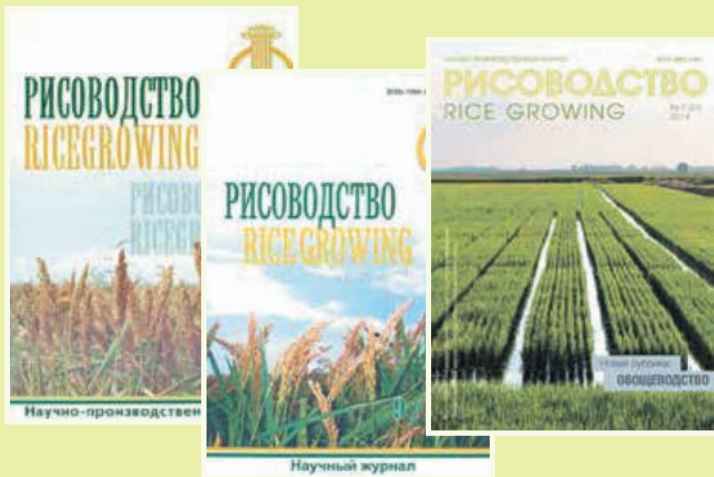
ISSN 1684-2464

4 (45) 2019

Подписано в печать	Тираж изготовлен в типографии
24.12.2019	ООО «РПЦ Офорт»
Формат 64 × 90/8	105118, Москва, проспект
Бумага офсетная	Буденного, д. 21, стр. 2.
Усл. печатных листов 11,16	
Заказ № 191725. Тираж 500 экз.	

# ВНИМАНИЕ! УСПЕЙТЕ ПОДПИСАТЬСЯ!

Уважаемые подписчики! Обращаем ваше внимание на то, что у нас продолжается ПОДПИСНАЯ КАМПАНИЯ на журнал **«РИСОВОДСТВО»** на I полугодие 2020 года



- Свежие новости отрасли
- Актуальные темы
- Полезная информация и методические рекомендации рисоводу
- Результаты научных исследований
- Новая рубрика: овощеводство

Журнал «Рисоводство» объемом 100 полос выходит 4 раза в год.

Оформить подписку на журнал вы можете в любом отделении Почты России.

**Подписной индекс на I полугодие 2020 года по каталогу российской прессы «Почта России» — 60625.**



Подробнее о подписных ценах в вашем регионе вы можете узнать в своем отделении Почты России.

Федеральное государственное унитарное предприятие «ПОЧТА РОССИИ»  
Бланк заказа периодических изданий

Ф. СП-1

---

**АБОНЕМЕНТ** на газету/журнал **РИСОВОДСТВО** (индекс издания) **60625**  
(наименование издания)

Количество комплектов

на 20 **20** год по месяцам:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
X	X	X	X	X	X						

Куда \_\_\_\_\_ (почтовый индекс) \_\_\_\_\_ (адрес)

Кому \_\_\_\_\_

---

линия отреза

**ДОСТАВОЧНАЯ КАРТОЧКА** (индекс издания) **60625**

На газету/журнал **РИСОВОДСТВО** (наименование издания)

Стоимость	подписки	руб.	коп.	Количество комплектов
	каталожная	руб.	коп.	
	переадресовки	руб.	коп.	

на 20 **20** год по месяцам:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
X	X	X	X	X	X						

_____	_____	_____	_____
(почтовый индекс)	город	село	область
код улицы	район	улица	
дом	корпус	квартира	Фамилия, и. о.





**ФГБНУ «ВНИИ риса»**  
**Белозерный, 3, Краснодар, 350921, Россия**