

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
Э. Р. АВАКЯН (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 (ВНИИЗК им. И. Г. Калининко), д-р с.-х. наук
В. А. ЛАДАТКО (ВНИИ риса), канд. с.-х. наук
Ж. М. МУХИНА (ВНИИ риса), д-р биол. наук
А. Н. ПОДОЛЬСКИХ (Казахский 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
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
E. R. AVAKYAN (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. I
V. A. DZYUBA (ARRRI), Dr. Sc. {Biology}, professor
L. V. ESAULOVA (ARRRI), Cand. Sc. {Biology}
G. I. 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 (All-Russian Research Institute of Grain Crops named after I. G. Kalinenko), Dr. Sc. {Agriculture}
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), Member of the Russian Academy of Sciences, professor
M. I. CHEBOTAREV (KubSAU), Dr. Sc. {Engineering}
A. KH. SHEUDZHEN (ARRRI), Member of the Russian Academy of Sciences, professor

Editor **I. G. DOMINOVA** (ARRRI)
Interpreter **I. S. PANKOVA** (ARRRI)

Address:

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.

НАУЧНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ

- М. А. Скаженник, Н. В. Воробьев, В. С. Ковалев, С. В. Гаркуша, Т.С. Пшеницына, И.В. Балясный**
Продукционный процесс интенсивных и экстенсивных сортов риса 6
- Э. Р. Давоян, Р. О. Давоян, Д. С. Миков, Ю. С. Зубанова, Г. И. Карлов, М. Г. Дивашук, А. А. Кочешкова, А. Г. Черноок**
Изучение аллельных вариантов генов короткостебельности у интрогрессивных линий мягкой пшеницы с генетическим материалом от *Triticum tiguschovae* и Авродес 11
- А. И. Супрунов, А. А. Терещенко, Н. В. Парпуренко, О. А. Кольцова**
Селекция среднеранних гибридов кукурузы для Северо-Кавказского и Центрально-Черноземного регионов России при возделывании их на зерно 17
- Е. Г. Савенко, С. В. Гаркуша, Ж. М. Мухина, В. А. Глазырина, Л. А. Шундрин, Е. Е. Шипилова**
Культивирование незрелых зародышей подсолнечника (эмбриокультура) на питательных средах в условиях *in vitro* 22
- О. А. Брагина, И. А. Гергель**
Устойчивость сортов риса к пирикулярриозу в условиях Краснодарского края 26
- М. А. Ладатко**
Влияние доз азота и норм высева семян на урожайность сортов риса 30
- К. В. Азарин, А. В. Усатов, П. И. Костылев**
Селекция риса, устойчивого к полному затоплению (обзор) 35
- В. В. Ладатко**
Содержание в почве подвижных соединений азота и урожайность сельскохозяйственных культур в системе рисового севооборота 43
- Н. Н. Малышева, С. Н. Якуба**
Развитие мелиорации на Кубани и рациональное водопользование при орошении риса 47
- В. С. Щербак, Э. Б. Хатефов**
Маисовые, их филогенетические связи и роль в селекции кукурузы (обзор) 57

СОДЕРЖАНИЕ

ОВОЩЕВОДСТВО

- С. В. Королева, С. А. Юрченко, Е. К. Казанцева**
Сортоиспытание гибридов F₁ сладкого перца отечественной селекции в центральной зоне Краснодарского края 64
- В. Э. Лазько, О.В. Якимова, С. Г. Лукомец, Е. Н. Благородова**
Применение цеолитов в семеноводстве ярового чеснока сорта Еленовский 73
- С. Н. Нековаль, О. А. Маскаленко, А. В. Беляева, К. В. Корсаков**
Применение почвенных кондиционеров и гумата К на томате открытого грунта 76
- О. А. Маскаленко, С. Н. Нековаль, А. В. Беляева**
Биохимическая характеристика качества плодов мутантных форм томата 82

СОБЫТИЯ, ФАКТЫ, КОММЕНТАРИИ

- День урожая: рекорд взят!** 87
- Совещание по вопросам формирования сортовой политики** 88
- Кубанская ярмарка** 89
- Открытие российско-китайской лаборатории** 90
- Школьники в гостях у ученых** 90
- Семинар по особенностям растениеводства** 91
- Международная выставка «Юагро-2017»** 92

ИМЯ В НАУКЕ

- Э. Р. Авакян**
В. Д. Агарков – ученый с характером 95

ЮБИЛЕИ

- Э. Р. Авакян**
Т. Н. Лоточника: ученый – однолюб 96
- Правила оформления авторских материалов** 98

TABLE OF CONTENTS

SCIENTIFIC PUBLICATIONS

<p>M. A. Skazhennik, N. V. Vorobyov, V. S. Kovalyov, S. V. Garkusha, T. S. Pshenitsyna, I. V. Balyasny Production processes of intensive and extensive rice varieties</p>	6
<p>E. R. Davoyan, R. O. Davoyan, D. S. Mikov, J. S. Zubanova, G. I. Karlov, M. G. Divashuk, A. A. Kocheshkova, A.G. Chernook Study of allelic variants of reduced height genes in introgressive lines of common wheat with genetic material from <i>Triticum miguschovae</i> and Avrodes</p>	11
<p>A. I. Suprunov, A. A. Tereshchenko, N. V. Parpureenko, O. A. Koltsova Selection of middle early hybrids of maize for grain production for North Caucasian and Central Chernozem regions of Russia</p>	17
<p>E. G. Savenko, S. V. Garkusha, J. M. Muhina, V. A. Glazyrina, L. A. Shundrina, E. E. Shipilova Cultivation of immature embryos of sunflower (embryo culture) on nutrient media in conditions in vitro</p>	22
<p>O. A. Bragina, I. A. Gergel Rice resistance to blast in the conditions of Krasnodar Region</p>	26
<p>M. A. Ladatko Influence of nitrogen doses and seeding rate on rice yield</p>	30
<p>K. V. Azarin, A. V. Usatov, P. I. Kostylev Breeding of flood-tolerant rice (review)</p>	35
<p>V. V. Ladatko Content of mobile nitrogen compounds in the soil and the yield of agricultural crops in the system of rice crop rotation</p>	43
<p>N. N. Malysheva, S. N. Yakuba Development of melioration in Kuban and rational water use in irrigation of rice</p>	47
<p>V. S. Scherbak, E. V. Khatefov Mais, their phylogenetic connections and the significance for the selection of corn (overview)</p>	57

TABLE OF CONTENTS

VEGETABLE GROWING

S. V. Koroleva, S. A. Yurchenko, E. K. Kazantseva

Varietal testing of F_1 hybrids of sweet pepper of domestic breeding in the central zone of Krasnodar Region

64

V. E. Lazko, O. V. Yakimova, S. G. Lukomets, E. N. Blagorodova

Use of zeolites in the seed production of spring garlic Yelenovsky

73

S. N. Nekoal, O. A. Maskalenko, A. V. Belyaeva, K. V. Korsakov

Use of soil conditioners and humate K on the open ground tomato

76

O. A. Maskalenko, S. N. Nekoal, A. V. Belyaeva

Biochemical characteristics of the quality of fruits of mutant forms of tomato

82

EVENTS, FACTS, COMMENTS

Harvest Day: the record is taken!

87

Seminar on plant growing

88

Kuban Festival

89

Opening of Russian-Chinese laboratory

90

School children visit the scientists

90

Meeting on the formation of varietal policies

91

International exhibition «YUGAGRO-2017»

92

THE NAME IN SCIENCE

E. R. Avakyan

V. D. Agarkov – the scientist with an attitude

95

BIG DATES

E. R. Avakyan

T. N. Lotochnikova – scientist with one passion

96

Formatting requirements

98

УДК 633.18: 631.559

М. А. Скаженник, д-р биол. наук,
Н. В. Воробьев, д-р биол. наук,
В. С. Ковалев, д-р с.-х. наук,
С. В. Гаркуша, д-р с.-х. наук,
Т. С. Пшеницына,
И. В. Балясный,
 г. Краснодар, Россия

ПРОДУКЦИОННЫЙ ПРОЦЕСС ИНТЕНСИВНЫХ И ЭКСТЕНСИВНЫХ СОРТОВ РИСА

Исследования проводили в период 2013-2016 гг. во ВНИИ риса с целью изучения физиологических механизмов, определяющих формирование разной урожайности сортов риса. Материалом исследования служили 6 сортов риса, близких по продолжительности вегетационного периода, из них четыре – Рапан, Визит, Флагман и Гамма – интенсивного типа, а два – Соната и Атлант – экстенсивного. Работу проводили в вегетационно-микрочаевых опытах – в железобетонных микроучастках, заполненных почвой с рисовых чеков, в которых поддерживали режим орошения риса, характерный для полевых условий. Удобрения в виде сульфата аммония, суперфосфата и хлористого калия вносили в двух дозах: $N_{24}P_{12}K_{12}$ и $N_{36}P_{18}K_{18}$ г действующего вещества на 1 м^2 посева. Определяли фитомассу с м^2 в фазы цветения и полной спелости. В пробах растений в фазу цветения определяли массу побега, массы стебля и метелки и их доли в массе побега, в фазу полной спелости – уборочный индекс ($K_{\text{хоз}}$, %), урожайность и элементы ее структуры – число побегов на м^2 , зерен на метелке и на м^2 посева.

Установлено, что исследуемые типы сортов образовали близкие по биомассе посева на единице площади. Сорты значительно различались по урожайности. Она была у интенсивных генотипов значительно выше, чем экстенсивных, что определялось характером распределения ассимилятов по органам побега. Значительная часть их в интенсивных сортах использовалась на образование зерна побега, что выразилось в увеличении числа зерен на метелке, на м^2 посева, повышало долю зерна в общей биомассе побега и урожайность. Значительная часть ассимилятов экстенсивных сортов использовалась на образование более массивных стеблей, что определяло повышение их устойчивости к полеганию, снижение уборочного индекса и урожайности. Полученные признаки продуктивности сортов используются во ВНИИ риса при оценке селекционных образцов на урожайность.

Ключевые слова: рис, тип сортов, ассимиляты, уборочный индекс, продуктивность, полегание.

PRODUCTION PROCESSES OF INTENSIVE AND EXTENSIVE RICE VARIETIES

The researches were carried out to study physiological mechanisms, determining the formation of different yield of rice varieties for the period of 2013-2016 in ARRI. The material of investigations were 6 rice varieties, close by duration of vegetation period; four of them were Rapan, Vizit, Flagman and Gamma of intensive type, two of them were Sonata and Atlant of extensive type. The work was carried out in vegetative-microfield tests in ferro-concrete micro-check plots, filled with soil from rice check plots, in which rice irrigation mode was used under field conditions. The fertilizers as ammonium sulphate, superphosphate and potassium chlor were applied in two dosages: $N_{24}P_{12}K_{12}$ and $N_{36}P_{18}K_{18}$ g of active ingredient per 1 м^2 .

Phytomass per м^2 in flowering stage and full ripeness were determined. In plant samples at flowering stage we determined sprout mass, stem and panicle mass and their part in sprout mass, we also determined yield index at the phase of full ripeness; we also determined, yield structure and elements – number of sprout per м^2 , kernels in panicle and per м^2 .

It was found that tested varieties have small difference of photosynthetic activity. They formed sowing with the same biomass of sowing per м^2 . The varieties substantially differed by yield. It was higher in intensive genotypes as in extensive ones. It was determined by character of assimilates distribution in sprout organs. The most part of intensive genotypes was used for grain sprout formation; it caused the increase of kernels in panicle and per м^2 ; it caused increase of grain in general biomass of sprout and yield. The main part of assimilates of extensive varieties were used for formation of more massive stems; it determed the increase of lodging resistance, caused the decrease of yield index and yield of that genotypes. The obtained traits of productivity of rice varieties are used in ARRI at evaluation of breeding varieties for yield.

Key words: rice, variety type, assimilates, yield index, productivity.

Известно, что сорта зерновых культур, в том числе и риса, подразделяются на экстенсивные и интенсивные. Последние по хозяйственным понятиям способны формировать высокую урожайность, обладают повышенной отзывчивостью на улучшение условий выращивания, могут хорошо окупать дополнительные затраты на мелиорацию и химизацию земледелия [6, 8]. В биологическом смысле сорта интенсивного типа характеризуются целым рядом особенностей в продукционном процессе и прежде всего – характером донорно-акцепторных связей в растении в условиях агрофитоценоза. В ходе онтогенеза у таких сортов более интенсивный поток ассимилятов растения направлен на усиленное развитие плодоноса (метелки) и приводит к формированию высокого урожая зерна [2, 11]. Однако при этом из-за недостатка ассимилятов ослабляется формирование анатомических структур стебля, что снижает его устойчивость на изгиб и под воздействием повышенной массы плодоноса нередко приводит к полеганию посевов, вызывающему снижение урожая и ухудшение его качества [5, 10]. Поэтому при создании сортов риса интенсивного типа наряду с высокой урожайностью необходимо сформировать у них и достаточную устойчивость к полеганию. Работы в этом направлении сдерживаются из-за недостаточной изученности особенностей продукционного процесса интенсивных и экстенсивных сортов риса, не позволяющей установить основные морфофизиологические признаки и свойства генотипов, определяющих их урожайность.

Цель исследования – изучить физиологические механизмы, определяющие формирование урожайности интенсивных и экстенсивных сортов риса, и на этой основе выделить признаки для оценки продуктивности генотипов.

Материал и методика исследований

Для достижения поставленной цели был обобщен и проанализирован полученный в 2013–2016 гг. экспериментальный материал по формированию урожая зерна шести сортов риса – Рапан, Визит, Флагман, Гамма (интенсивные) и Соната, Атлант (экстенсивные). Опыт выполняли в железобетонных резервуарах, позволяющих поддерживать режим орошения, характерный для полевых условий [9, 10]. Резервуар площадью 3,6 м², заполнен лугово-черноземной почвой, взятой с рисовой оросительной системы ВНИИ риса. Фоны минерального питания – N₂₄P₁₂K₁₂ (близкий к оптимальному); N₃₆P₁₈K₁₈ (высокий) г д.в. на 1 м². Густота стояния растений – 300 шт./м². Площадь делянки в опытах 1,2 м², повторность трехкратная. На закрепленных площадках фиксировали кущение растений и отмирание части боковых побегов. Определяли биомассу растений и их органов в фазы цветения и полной спелости. В фазу полной спелости определяли число побегов на м², зерен на отдельной метелке, на 1 м² посева,

уборочный индекс (K_{хоз}) и урожайность. Полученные данные были обработаны методами биометрической статистики [8].

Результаты и обсуждение

Ранее проведенные исследования [1, 2, 3, 12] показали, что более высокая урожайность посевов интенсивных сортов риса Рапан и Гамма, по сравнению с экстенсивным Соната, не связана с соответствующей фотосинтетической деятельностью их агрофитоценозов, а определяется более эффективным характером распределения ассимилятов по побегам растения и по органам отдельного побега в период их роста и развития. Однако механизм такого распределения метаболитов у сортов изучен недостаточно. Нами установлено, что в генотипах риса формирование основных элементов урожайности – густоты стояния и зерновой продуктивности побега – в значительной степени зависит от величины общего кущения растений и степени редукции образовавшихся боковых побегов. Эти процессы связаны с особенностями донорно-акцепторных отношений в системе целого растения. Начальное развитие боковых стеблей в пазухах листьев материнского побега происходит за счет использования его ассимилятов, фитогормонов и при сильном кущении, что наблюдается в экстенсивном сорте Соната, ослабляется их поток к конусу нарастания и развивающейся метелке главного побега, что приводит к формированию менее продуктивного плодоноса (табл. 1). Однако в фазе выхода в трубку у этого сорта из-за усиленного доминирования главных побегов основная доля образовавшихся боковых стеблей (82%) отмирает. Поэтому значительная часть продуктов их деструкции оттекает в продуктивные побеги, увеличивая их массу. На развитие метелок эти соединения уже не оказывают влияния, так как их потенциальная продуктивность к наступлению периода редукции побегов уже сформировалась, на что указывает пониженная их масса сорта Соната в фазе цветения.

Одним из основных интегральных показателей фотосинтетической деятельности растений исследуемых сортов риса является продуктивность агрофитоценоза или общая сухая надземная биомасса посева с единицы площади. Темпы ее формирования в течение периода вегетации риса и конечная ее величина в фазу полной спелости оказывают влияние на хозяйственный урожай сорта. Однако связь величины фитомассы посева в фазы цветения и полной спелости с урожайностью генотипов риса в наших многолетних исследованиях не всегда была достоверной [2]. В опытах 2013–2016 гг. у новых сортов достоверная связь между параметрами этих признаков была слабой.

Интегральным показателем донорно-акцептор-

ных отношений растений разных по продуктивности сортов зерновых культур является коэффициент хозяйственной эффективности фотосинтеза ($K_{хоз}$, или уборочный индекс), выражающий долю (в %) зерна в общей его надземной массе. $K_{хоз}$ отражает физиологическую способность сорта мобилизовать максимум запасных веществ и ассимилятов текущего фотосинтеза растений на формирование их хозяйственно-ценной части – урожая зерна. При направленной селекции на повышение $K_{хоз}$ важно выявить комплекс морфологических и физиологических признаков растений, коррелятивно связанных с ним, для использования при создании новых сортов.

Характер распределения ассимилятов по развивающимся органам побега разных типов сортов риса в период выхода в трубку оказывает значительное влияние на неодинаковое развитие вегетативных и генеративных органов, приводящее к разной доле стеблей и метелок в общей надземной биомассе посева в фазу цветения и неодинаковой величине коэффициента хозяйственной эффективности фотосинтеза ($K_{хоз}$, %) (табл. 2). Его величина в интенсивных сортах – Рапан, Визит, Флагман и Гамма – заметно выше, чем экстенсивных – Соната и Атлант, что явилось главной причиной меньшей урожайности двух последних генотипов.

На фоне $N_{24}P_{12}K_{12}$ величина $K_{хоз}$ имеет высокую отрицательную связь с долей стебля в побеге и положительную связь с массой метелки в общей биомассе побега в фазу цветения. Установленные

связи показывают, что на оптимальном фоне питания урожайность сортов риса в значительной мере определяет конкуренция за ассимиляты между стеблем и метелкой в период их формирования. На высоком фоне питания ($N_{36}P_{18}K_{18}$) эти связи слабее, вероятно, из-за нарушений развития органов побега под влиянием избытка азота.

Различия в системе донорно-акцепторных отношений в исследуемых сортах риса произошли в основные этапы продукционного процесса: в фазу кущения в интенсивных сортах увеличилась доля использования ассимилятов на развитие главных побегов, что ограничило величину общего кущения и привело к повышению их массы; в фазы выхода в трубку и цветения – повысилась доля использования пластических веществ на развитие генеративных органов и числа колосков в метелке; в фазу формирования зерновок усилилась мобилизация запасных веществ стеблей и возросла продуктивность фотосинтеза, обеспечивающие полноценный их налив [4]. О роли этих изменений в продукционном процессе исследуемых типов сортов риса можно судить по ряду признаков, тесно связанных с формированием основных компонентов структуры урожая. В частности, на двух фонах минерального питания определяли число зерен на метелке и на 1 м² посева и их связь с уборочным индексом ($K_{хоз}$). Результаты представлены в таблице 2.

Как видно, более высокая урожайность интенсивных сортов Рапан, Визит, Флагман и Гаммы на оптимальном и высоком фонах минерального пита-

Таблица 1. Доля органов побега сортов риса в фазу цветения и их связь с уборочным индексом, 2013-2016 гг.

Сорт	$K_{хоз}$, %	Фитомасса, кг/м ²		Масса стебля, г	Доля стебля в массе побега, %	Масса метелки побега, г	Доля метелки в массе побега, %
		цветение	полная спелость				
$N_{24}P_{12}K_{12}$							
Рапан	49,3	1,39	2,13	1,59	61,9	0,41	15,9
Визит	47,8	1,34	1,92	1,48	62,4	0,35	14,8
Флагман	48,3	1,42	1,85	1,64	62,4	0,42	16,0
Гамма	43,9	1,31	2,04	1,73	63,6	0,45	16,5
Соната	42,7	1,38	2,03	1,68	67,2	0,34	13,6
Атлант	40,0	1,43	2,03	1,97	67,7	0,33	11,3
$K_{хоз}$, коррелирует	-	-	-	-0,85± 0,26	-0,95± 0,16	0,47± 0,22	0,71± 0,26
$N_{36}P_{18}K_{18}$							
Рапан	46,5	1,63	2,31	1,56	60,5	0,40	15,5
Визит	44,0	1,85	2,34	1,65	65,7	0,31	12,4
Флагман	48,2	1,53	2,18	1,56	61,0	0,40	15,6
Гамма	43,2	1,33	2,25	1,45	58,9	0,44	17,9
Соната	37,8	1,71	2,48	1,64	66,1	0,33	13,3
Атлант	37,3	1,71	2,19	1,98	69,2	0,32	11,2
НСР ₀₅ вар.		0,12	0,07	0,05	-	0,02	-
$K_{хоз}$, коррелирует	-	-	-	-0,58± 0,20	-0,72± 0,17	0,58± 0,20	0,93± 0,18

Таблица 2. Уборочный индекс сортов риса и его связь с урожайностью посевов риса (2013-2016 гг.)

Сорт	$K_{\text{хоз.}}$ %	Урожайность, кг/м ²	Число побегов, шт./м ²	Число зерен на м ² , тыс. шт.	Число зерен на мет., шт.	Число зерен на главной метелке, шт.	Масса зерна с метелки, шт.
$N_{24}P_{12}K_{12}$							
Рапан	49,3	1,196	540	51,4	95,2	114,2	1,94
Визит	47,8	1,059	562	44,3	79,2	85,6	1,64
Флагман	48,3	1,073	540	43,6	80,7	107,8	1,67
Гамма	43,9	1,027	480	42,6	88,8	106,3	1,87
Соната	42,7	0,996	555	36,4	65,7	79,7	1,55
Атлант	40,0	0,926	495	35,4	72,0	89,6	1,63
$K_{\text{хоз.}}$ коррелирует		0,91±0,21	0,54± 0,21	0,90±0,22	0,65±0,19	0,56±0,20	-
$N_{36}P_{18}K_{18}$							
Рапан	46,5	1,233	615	54,6	86,8	112,8	1,70
Визит	44,0	1,180	735	51,4	70,0	82,6	1,38
Флагман	48,2	1,208	600	52,2	87,0	112,7	1,70
Гамма	43,2	1,111	540	47,5	88,0	106,4	1,80
Соната	37,8	1,102	690	42,2	60,7	75,1	1,37
Атлант	37,3	0,933	600	36,3	60,8	75,2	1,35
НСР ₀₅ вар.		0,04	17,1	0,85	1,7	9,2	0,16
$K_{\text{хоз.}}$ коррелирует		0,86±0,26	-	0,93±0,10	0,87±0,25	0,87±0,24	0,66±0,19

ния связана с высокой озерненностью метелки и величиной уборочного индекса. Коэффициент корреляции между числом зерен на метелке и урожайностью сортов риса на фоне $N_{24}P_{12}K_{12}$ составил: $r = 0,78 \pm 0,16$, а на фоне $N_{36}P_{18}K_{18}$ – $r = 0,71 \pm 0,18$ и с уборочным индексом $0,65 \pm 0,19$ – $0,87 \pm 0,25$, соответственно.

Другим важным признаком продуктивности сортов риса является озерненность агрофитоценоза. Коэффициент его корреляции с уборочным индексом также очень высокий и составил $0,90 \pm 0,22$ – $0,93 \pm 0,18$. Озерненность агрофитоценоза посева (зерен штук/м²) также является сложным признаком, определяемым количеством на этой площади продуктивных побегов и озерненностью их метелок. Учитывая простоту получения результатов по его величине, он заслуживает большего внимания при оценке селекционных образцов на урожайность.

Различия в продукционном процессе у исследуемых генотипов риса возникли в соответствии с их генетической программой роста и развития и осуществляются в основном с помощью фитогормонов [7]. Интегральным показателем этих изменений является величина коэффициента хозяйственной эффективности фотосинтеза ($K_{\text{хоз.}}$), показывающая долю использования ассимилятов посева на формирование урожая зерна [2]. Как видно из таблицы 2, эта доля у исследуемых сортов на фоне $N_{24}P_{12}K_{12}$ составила 40,0-49,3% и на высоком – 37,3-48,2%. Значительные сортовые различия по величине показателя $K_{\text{хоз.}}$ и достаточно тесная его связь с урожайностью сортов позволяет эффективно его

использовать при оценке селекционных образцов на продуктивность.

Отмечено, что урожайность интенсивных и экстенсивных сортов риса определяется характером распределения синтезируемых ассимилятов по органам побегов в процессе их роста и развития и количественно выражается величиной уборочного индекса – долей зерна в общей надземной массе посева. Результаты его определения и его связи с органами побега в фазы цветения и полной спелости с урожайностью сортов имеют большое значение при оценке сортов на продуктивность.

Выводы

Установлена слабая связь надземной фитомассы в фазу полной спелости с урожаем зерна сортов риса. Формирование разной урожайности интенсивных и экстенсивных генотипов обусловлено характером распределения образующихся в процессе фотосинтеза ассимилятов по органам побега. У интенсивных сортов – Рапан, Визит, Флагман и Гамма значительная часть пластических веществ растения используется на образование колосков и зерновок метелки, при этом недостаточный их приток к формирующимся элементам стебля. У экстенсивных сортов – Соната и Атлант большая доля ассимилятов побега используется на формирование стебля и, соответственно, снижается их доля на образование зерновок в метелке, что вызывает некоторое снижение показателя уборочного индекса, урожайности, но при этом обеспечивается высокая устойчивость посевов этих генотипов к полеганию.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Воробьев, Н. В. Особенности продукционного процесса у сортов риса, влияющие на формирование разной урожайности / Н. В. Воробьев., М. А. Скаженник, В. С. Ковалев [и др.] // Рисоводство. – 2010. – №16 – С. 30-35.
2. Воробьев, Н. В. Продукционный процесс у сортов риса / Н. В. Воробьев, М. А. Скаженник, В. С. Ковалев. – Краснодар: Просвещение-Юг, 2011. – 199 с.
3. Воробьев, Н. В. Особенности продукционного процесса у экстенсивных и интенсивных сортов риса / Н. В. Воробьев, М. А. Скаженник, А. Х. Шеуджен [и др.] // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2013. – № 4. – С. 7-8.
4. Дзюба, В. А. Многофакторные опыты и методы биометрического анализа экспериментальных данных / В. А. Дзюба. – Краснодар, 2007. – 76 с.
5. Кумаков, В. А. Физиологическое обоснование моделей сортов пшеницы / В. А. Кумаков. – М: Агропромиздат, 1985. – 270 с.
6. Ковалев, В. С. Селекция сортов интенсивного типа в связи с повышением уровня азотного питания: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / В. С. Ковалев. – Ленинград, 1985. – 21 с.
7. Мокронос, А. Т. Взаимосвязь фотосинтеза и функции роста / А. Т. Мокронос // Фотосинтез и продукционный процесс. – М.: Наука, 1988. – С. 109-121.
8. Ничипорович, А. А. Теория фотосинтетической продуктивности растений и рациональные направления селекции на повышение продуктивности / А. А. Ничипорович // Физиолого-генетические основы повышения продуктивности зерновых культур. – М.: Колос, 1975. – С. 5-14.
9. Скаженник, М. А. Методы физиологических исследований в рисоводстве. / М. А. Скаженник, Н. В. Воробьев, О. А. Досеева. – Краснодар, 2009. – 28 с.
10. Шеуджен, А. Х. Полегание риса / А. Х. Шеуджен, Н. В. Воробьев, Б. Е. Шеуджен [и др.]. – Краснодар, 1997. – 168 с.
11. Шеуджен, А. Х. Агрохимия. Ч. 2. Методика агрохимических исследований: учеб. пособие / А. Х. Шеуджен, Т. Н. Бондарева. Краснодар: КубГАУ, 2015. – 703 с.
12. Vorobyov, N. V Features of the production process in extensive and intensive rice / N. V. Vorobyov, M. A. Skazhennik, A. Kh. Sheudzhen [et al.] // Russian Agricultural Science. – 2013. – Vol. 39. - № 5-6. – P. 391-393.

Михаил Александрович Скаженник

Зав. лабораторией физиологии,

Michail A. Skazhennik

Head of the Laboratory of Physiology,

Николай Васильевич Воробьев,**Nikolay V. Vorobyov,****Виктор Савельевич Ковалев**

Зам. директора по научной работе,

Victor S. Kovalyov

ARRRI the deputy director,

Сергей Валентинович Гаркуша

Директор,

Sergey V. Garkusha

ARRRI the director,

Татьяна Семеновна Пшеницына

Ст. научн. сотр. лаборатории физиологии,

Tatyana S. Pshenitsyna

Senior Researcher of the Laboratory of Physiology,

Иван Валерьевич Бялясный

Зам. директора,

Ivan V. Balyasny

ARRRI the deputy director

Все: ФГБНУ «ВНИИ риса»

Белозерный, 3, Краснодар, 350921, Россия

E-mail: arrri_cub@mail.ru

All-Russian Rice Research Institute

3 Belozerny, Krasnodar, 350921, Russia

УДК 633.111.1:577.2

Э. Р. Давоян, канд. биол. наук,
Р. О. Давоян, д-р биол. наук,
Д. С. Миков,
Ю. С. Зубанова,
 г. Краснодар, Россия,
Г. И. Карлов, д-р биол. наук,
М. Г. Дивашук, канд. биол. наук,
А. А. Кочешкова, канд. биол. наук,
А. Г. Черноок,
 г. Москва, Россия

ИЗУЧЕНИЕ АЛЛЕЛЬНЫХ ВАРИАНТОВ ГЕНОВ КОРОТКОСТЕБЕЛЬНОСТИ У ИНТРОГРЕССИВНЫХ ЛИНИЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ С ГЕНЕТИЧЕСКИМ МАТЕРИАЛОМ ОТ *TRITICUM MIGUSCHOVAE* И АВРОДЕС

Изучен аллельный состав генов короткостебельности *Rht-B1*, *Rht-D1* и *Rht8* в генотипах интрогрессивных линий мягкой пшеницы с применением молекулярных маркеров. Линии получены на основе генетического материала синтетических форм *Triticum miguschovae* (GGAADD) и Авродес (BBAASS). Мутантный аллель *Rht-B1b* гена *Rht-B1* выявлен у трех линий: 43п16, 125п16 и 3007п16, аллель *Rht-B1e* идентифицирован у 8 линий: 127п16, 485п16, 1088п16, 1093п16, 2035п16, 1715п16, 1381п16 и 4221п16. Мутантный аллель *Rht-D1b* гена *Rht2* выявлен у 6 линий: 95п16, 1601п16, 2057п16, 1111п16, 1135п16 и Д16/1. Линии 95п16, 125п16, 127п16, 349п16, 485п16, 711п16, 1601п16, 2035п16, 2057п16, 1715п16, 1111п16, 1381п16, Дп16, 3007п16 несут аллель 192 п.н. микросателлитного маркера *Xgwm261*, сцепленного с геном *Rht8c*. Гены короткостебельности переданы в линии, от сортов реципиентов. Аллель гена *Rht8c* передан от сортов Аврора, Кавказ, Безостая 1 и Гром. Аллель *RhtB1e* имеет происхождение от сорта Скифянка. Аллель *Rht-D1b* передан в линии от сорта Краснодарская 99. Присутствие в линиях аллеля *Rht-B1b* требует дальнейшего изучения, поскольку ни один из сортов реципиентов его не несет. В 4-х линиях: 1088п16, 1093п16, 1135п16 и 4221п16 отсутствовали продукты амплификации маркера *Xgwm261*. Полученные результаты можно объяснить отсутствием хромосомы 2D или ее замещением на гомеологичную хромосому 2S от *Ae.speltoide*s. Оценка линий по морфо-биологическому признаку высота растений выявила в них низкорослые и среднерослые формы. Высота линий варьировала от 62 см в линии 125п16 до 104 см в линии 349п16.

Ключевые слова: мягкая пшеница, интрогрессивные линии, молекулярные маркеры, гены короткостебельности.

STUDY OF ALLELLIC VARIANTS OF REDUCED HEIGHT GENES IN INTROGRESSIVE LINES OF COMMON WHEAT WITH GENETIC MATERIAL FROM *TRITICUM MIGUSCHOVAE* AND AVRODES

The allelic composition of dwarfing genes *Rht-B1*, *Rht-D1* and *Rht-8* in genotypes of introgression lines was explored with the use of molecular markers. The lines were derived from the genetic material of the synthetic forms *Triticum miguschovae* (GGAADD) and Avrodes (BBAASS). The mutant *Rht-B1b* allele of the *Rht-B1* gene was detected in three lines: 43п16, 125п16 and 3007п16, the *Rht-B1e* allele was identified in 8 lines: 127п16, 485п16, 1088п16, 1093п16, 2035п16, 1715п16, 1381п16 and 4221п16. The mutant allele *Rht-D1b* of the *Rht2* gene was detected in 6 lines: 95п16, 1601п16, 2057п16, 1111п16, 1135п16 and Д16/1. Lines 95п16, 125п16, 127п16, 349п16, 485п16, 711п16, 1601п16, 2035п16, 2057п16, 1715п16, 1111п16, 1381п16, Д16/1, 3007п16 carried the allele of the microsatellite marker *Xgwm261* linked with *Rht-8c* gene. The allele of the *Rht8c* gene is transmitted from varieties Aurora, Kavkaz, Bezostaya 1 and Grom. The allele *RhtB1e* comes from the lines from the Skifyanka variety. The allele of *Rht-D1b* is transmitted in lines from Krasnodarskaya 99. The presence of *Rht-B1b* in the lines of the allele requires further study, since none of the of recipient varieties carry it. In 4 lines 1088п16, 1093п16, 1135п16, and 4221п16, there were no amplification products of *Xgwm261* marker. The obtained results can be explained by the absence of the chromosome 2D or its substitution

by the homeologous chromosome 2S from *Ae.speltoides*. Evaluation of the lines according morphological of plant height plants revealed low and medium-sized forms in them. The height of the lines varied from 62 cm in the line 125n16 to 104 cm in the line 349n16.

Key words: common wheat, introgressive lines, molecular markers, dwarfing genes.

Введение

Использование в селекции мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L) генов короткостебельности Rht (reduced plant height) повышает потенциал урожайности и является одной из основных стратегий выращивания современных высокопродуктивных сортов мягкой пшеницы [5]. Данные гены стали основополагающими для «зеленой революции» и привели к значительному росту урожая пшеницы в 1960-1970 годах. В настоящее время выявлено более двух десятков генов короткостебельности [10]. Наиболее часто в селекции пшеницы используются гены Rht1 (=Rht-B1b), Rht2 (=Rht-D1b) [4] и Rht8 [15]. Их подразделяют на две основные группы: чувствительные и нечувствительные, в зависимости от реакции данных генов на гибберелловую кислоту (ГК) [6]. ГК-нечувствительные гены короткостебельности RhtB1b и RhtD1b, локализованные на 4BS и 4DS хромосомах соответственно, получены из японского сорта Norin 10. Ген Rht8с рассматривают как чувствительный к действию гибберелловой кислоты, этот ген тесно сцеплен с микросателлитным локусом Xgwm261 на хромосоме 2DS [7]. До недавнего времени считалось, что существует два различных гена короткостебельности: Rht11 и Rht-B1e. Однако Дивашук и соавторы доказали, что аллель Rht-B1e и ген Rht11 идентичны [2]. Аллель Rht-B1e также оказывает более существенное влияние на снижение высоты растений в сравнении с аллелем Rht-B1b [11, 16]. Для данных генов разработаны молекулярные маркеры, которые позволяют идентифицировать аллели короткостебельности различных генотипов пшеницы.

Генфонд дикорастущих сородичей является богатейшим источником ценных для селекции мягкой пшеницы признаков. Большой интерес в этой связи представляют тетраплоидная форма (вид) *Triticum militinae* аналог *T. timopheevii*, а также диплоидные виды эгилопсов *Aegilops tauschii* и *Aegilops speltoides*. Для передачи генетического материала от этих видов мягкой пшенице использовали синтетические формы *T. miguschovae* (GGAADD), у которой геном D от *Ae. Tauschii* был добавлен к геномам GGAA от *Triticum. Militinae* и Авродес (BBAASS) с замещением генома D мягкой пшеницы на геном S от *Ae.speltoides* [1]. В результате проведенной работы были получены интрогрессивные линии, характеризующиеся устойчивостью к болезням, высоким содержанием белка

и другими полезными для селекции морфо-биологическими свойствами. Особый интерес среди них представляют линии с пониженной высотой растения. Эти линии могут нести гены короткостебельности, аналогичные таковым в сортах реципиентах, так и отличные от них.

Цель исследования – определение аллельного состава генов короткостебельности *Rht-B1*, *Rht-D1* и *Rht8* в генотипах интрогрессивных линий с помощью молекулярных маркеров.

Материалы и методы

Объектом исследования служили 7 линий мягкой пшеницы: 43n16, 349n16, 485n16, 1601n16, 2057n16, Д16 и 3007n16, полученных с участием синтетической формы *T. Miguschovae*, и 11 линий: 95n16, 125n16, 127n16, 711n16, 1088n16, 1093n16, 1715n16, 1111n16, 1135n16, 1381n16 и 4221n16, полученных с участием синтетической формы Авродес. Сорта мягкой пшеницы Аврора, Безостая 1, Гром, Кавказ, Скифянка и Краснодарская 99 использованы в качестве реципиентов при создании интрогрессивных линий. Высоту растений измеряли в полевых условиях с четырехкратной повторностью. К карликам относили растения высотой до 50 см, к низкорослым – 51-80 см, среднерослым – 81-110 см и высокорослым – 111-140 см. В качестве стандартов использовали среднерослый сорт Гром.

Выделение ДНК проводили по методу, предложенному Von Post [12].

Идентификацию *Rht*-генов осуществляли, используя ПЦР с праймерами, маркирующими аллели генов *Rht1*, *Rht2*, *Rht11*, *Rht8*. Праймеры отбирали на основании литературных данных, названия и нуклеотидные последовательности которых представлены в таблице 1.

В качестве контрольных образцов были отобраны сорта селекции КНИИСХ с известными аллелями *Rht*-генов Краснодарская 99 (*Rht-8c*), Афина (*Rht-B1b*), Ласточка (*Rht-D1b*), Гром (*Rht-B1e*) [2].

Аmplификацию проводили на амплификаторах «DNA EngineTetrad 2» (Bio-Rad, USA).

Продукты ПЦР разделяли в 2% агарозном геле с буфером TBE при напряженности поля 6 В/см. В качестве маркера размеров использовали «100 bpleader» (Fermentas).

После окрашивания бромистым этидием продукты ПЦР визуализировали с помощью трансиллюминатора и документировали прибором GelDoc (BioRad, США). Для идентификации микросател-

Таблица 1. Названия и нуклеотидная последовательность праймеров, используемых для идентификации соответствующих генов *Rht*

Локус	Праймер	Нуклеотидная последовательность	Аллель	Размер фрагмента	Хромосома
<i>Rht1</i>	BF-WR1	BF:GGTAGGGAGGCGAGAGGCGAG WR1:CATCCCCATGGCCATCTCGAGCTG	<i>Rht-B1a</i>	237	4BS
	BF-MR1	F: CCAGATACACAACCTGCTGGC R: TGATCTTGAGGTTCTCGTCCG	<i>Rht-B1b</i>	237	4BS
<i>Rht11</i>	BF-MR3	F: CCAGATACACAACCTGCTGGC	<i>Rht-B1e</i>	228	4B
	BF-WR3				
<i>Rht2</i>	DF-MR2	DF:CGCGCAATTATTGGCCAGAGATAG MR2: CCCCATGGCCATCTCGAGCTGCTA	<i>Rht-D1b</i>	254	4DS
<i>Rht8</i>	WMS261	5'-CTCGGGCTACTAGCCATT-3 5'-CTCCCTGTACGGCTAAG-3'	<i>Rht-8c</i>	192	2D

Все праймеры синтезированы в ЗАО «Синтол» (Москва).

литного маркера *Xgwm261* после электрофореза в агарозном геле проводили фрагментный анализ на секвенаторе ABI3130XL (Applied Biosystems, Inc., USA).

Результаты исследований и обсуждение

Проведена оценка линий по морфо-биологическому признаку «высота растений». Полученные данные представлены в таблице 2. Высота линий варьировала от 62 см в линии 125п16 до 104 см в линии 349п16. Линии были представлены двумя группами: низкорослые 125п16, 127п16, 485п16, 1093п16, 1381п16, 4221п16 и среднерослые 43п16, 95п16, 349п16, 711п16, 1088п16, 1601п16, 2057п16, 1715п16, 1111п16, 1135п16, Д16, 3007п16. Высота растений линий 95п16, 125п16, 127п16, 485п16, 1088п16, 1093п16, 1381п16 и 4221п16 достоверно ниже стандарта сорта Гром.

Результаты по анализу наличия генов *Rht1*, *Rht2*, *Rht11*, *Rht8* в интрогрессивных линиях мягкой пшеницы, а также сортов пшеницы, которые служили реципиентами, представлены в таблице 2.

Для определения наличия гена *Rht-Bb* (= *Rht1*) применяли праймеры, разработанные Ellis с соавторами [4]. Ими было установлено, что мутантный аллель *Rht-B1b* отличается от такового дикого типа одной парой нуклеотидов. Основываясь на этом различии, авторы разработали две пары праймеров: одна пара праймеров показывает присутствие аллеля дикого типа (*Rht-B1a*), вторая – мутантного (*Rht-B1b*) (табл. 1). Определить наличие того или иного аллеля можно только сопоставляя результаты двух реакций. При использовании первой или второй пары праймеров амплифицируемый фрагмент имеет размер 237 п.н. В результате амплификации на двух маркерах мутантный аллель *Rht-B1b* был выявлен в трех линиях: 43п16, 125п16 и 3007п16 и контрольном образце сорта Афина.

На сегодняшний день существуют два маркера для определения наличия аллеля *Rht-B1e*: BF+WR3

и BF+MR3 [8]. Для работы с ними, так же, как и в случае с праймерами на аллель *Rht-B1b*, необходима постановка двух реакций ПЦР. Амплифицируемый фрагмент имеет размер 228 п.н. Аллель *Rht-B1e* был выявлен в 8 линиях: 127п16, 485п16, 1088п16, 1093п16, 2035п16, 1715п16, 1381п16 и 4221п16, в положительном контроле сорте Гром и сорте реципиенте Скифянка.

Праймеры для определения наличия гена *Rht-D1b* (= *Rht2*) разработаны Ellis с соавторами [4]. Праймеры DF+MR2 позволяют выявить мутантный аллель *Rht-D1b*, амплифицируемый фрагмент имеет размер 254 п.н. Мутантный аллель *Rht-D1b* гена *Rht2* был выявлен в 6 линиях: 95п16, 1601п16, 2057п16, 1111п16, 1135п16, Д16/1, сорте реципиенте Краснодарская 99 и контрольном образце Ласточка.

Korzun с соавторами установили тесную связь (0,6 cM) между аллелем короткостебельности *Rht8c* и аллелем 192 п.н. микросателлитного локуса *Xgwm261*, расположенного на хромосоме 2DS [7]. Всего выделяют 20 полиморфных аллелей этого микросателлита, но только фрагмент 192 п.н. является диагностическим для идентификации *Rht8c* [9, 13, 15]. Данный аллель выявлен в линиях 95п16, 125п16, 127п16, 349п16, 485п16, 711п16, 1601п16, 2035п16, 2057п16, 1715п16, 1111п16, 1381п16, Дп16, 3007п16, контрольном образце сорта Краснодарская 99, а также в сортах-реципиентах Аврора, Безостая 1, Кавказ и Скифянка. На рисунке 1 представлен фрагментный анализ микросателлитного локуса *Xgwm261* размером 192 п.н., сцепленного с геном *Rht8* у линии 1601п16. В 4 линиях: 1088п16, 1093п16, 1135п16 и 4221п16 продукты амплификации с маркером *Xgwm261* не выявлены.

С помощью отобранных для анализа молекулярных маркеров удалось определить различные аллельные состояния генов короткостебельности *Rht8*, *Rht-B1* и *Rht-D1* в генотипах интрогрессив-

Таблица 2. Характеристика интрогрессивных линий мягкой пшеницы по высоте и наличию аллелей генов *Rht1*, *Rht2*, *Rht-11*, *Rht8*

Название линии, сорта	Сорта-реципиенты	Наличие аллелей генов <i>Rht</i>				Высота растений, см
		<i>Rht-B1b</i> (=Rht1)	<i>Rht-D1b</i> (=Rht2)	<i>Rht-B1e</i> (=Rht11)	<i>Rht8</i> (Xgwm261)	
43п16	Кавказ	<i>Rht-B1b</i>	-	-	165 (154)	87
95п16	Аврора, Краснодарская 99	-	<i>Rht-D1b</i>	-	192	82
125п16	Аврора	<i>Rht-B1b</i>	-	-	192	62
127п16	Аврора	-	-	<i>Rht-B1e</i>	192	74
349п16	Безостая1	-	-	-	192	104
485п16	Безостая1	-	-	<i>Rht-B1e</i>	192	71
711п16	Скифянка	-	-	-	192	99
1088п16	Скифянка	-	-	<i>Rht-B1e</i>	Нет амплиф.	83
1093п16	Скифянка	-	-	<i>Rht-B1e</i>	Нет амплиф.	68
1601п16	Скифянка, Краснодарская 99	-	<i>Rht-D1b</i>	-	192	86
2057п16	Гром	-	<i>Rht-D1b</i>	-	192	85
1715п16	Аврора	-	-	<i>Rht-B1e</i>	192	90
1111п16	Аврора Краснодарская 99	-	<i>Rht-D1b</i>	-	192	85
1135п16	Аврора Краснодарская 99	-	<i>Rht-D1b</i>	-	Нет амплиф.	84
1381п16	Аврора, Скифянка	-	-	<i>Rht-B1e</i>	192	76
Д16/1	Гром, Краснодарская 99	-	<i>Rht-D1b</i>	-	192	102
3007п16	Кавказ	<i>Rht-B1b</i>	-	-	192	94
4221п16	Гром	-	-	<i>Rht-B1e</i>	Нет амплиф.	72
Аврора		-	-	-	192	115
Безостая 1		-	-	-	192	99
Кавказ		-	-	-	192	117
Скифянка		-	-	<i>Rht-B1e</i>	192	88
Краснодарская 99			<i>Rht-D1b</i> *		192	88
Афина		<i>Rht-B1b</i>			174	107
Гром				<i>Rht-B1e</i>	192	86
Ласточка			<i>Rht-D1b</i>		212	110
НСР ₀₅						2,78

* по данным Divashuk [3]

ных линий. Выявлены линии, несущие как единичные аллели *Rht-B1b*, *Rht-B1e*, *Rht-D1b* и *Rht-8c*, так и их сочетание. Гены короткостебельности были переданы в линии, от сортов-реципиентов. Аллель *Rht-D1b* гена *Rht2* передан в линии 95п16, 1601п16, 2057п16, 1111п16, 1135п16 и Д16/1 от сорта Краснодарская 99.

Аллель гена *Rht8c* передан от сорта Аврора в линии 95п16, 125п16, 127п16, 1715п16, 1111п16 и 1381п16, от сорта Кавказ и Безостая 1 – в линии 3007п16, 349п16, 485п16; от сорта Гром в линиях Дп16 и 2057п16, в линии 711п16, 1601п16 от сорта Скифянка. В 4 линиях: 1088п16, 1093п16, 1135п16 и 4221п16 – отсутствовали продукты амплификации маркера *Xgwm261*. Полученные результаты можно объяснить отсутствием хромосомы 2D или ее замещением на гомеологичную ей хромосому

2S от *Ae.speltooides*. Ген *Rht8* тесно сцеплен с геном нечувствительности к фотопериоду *Ppd-D1*. Наличие доминантного аллеля *Ppd-D1a* снижает высоту на 10 см и ускоряет время цветения растений, уменьшая их жизненный цикл в среднем на неделю, в то время как аллель короткостебельности *Rht8c* снижает высоту лишь на 8 см и имеет минимальное плейотропное влияние на другие признаки [14].

Выявлено девять линий, несущих аллель *Rht-B1e*. Следует отметить, что линии, несущие аллель *Rht-B1e*, за исключением 1715п16 (90 см), имели самую низкую высоту растений. Присутствие этого аллеля в линиях обусловлено его передачей от сорта Скифянка. Происхождение в линиях 43п16, 125п16, 3007п16 аллеля *Rht-B1b* требует дальнейшего изучения, поскольку ни один из сортов-реципиентов его не несет.

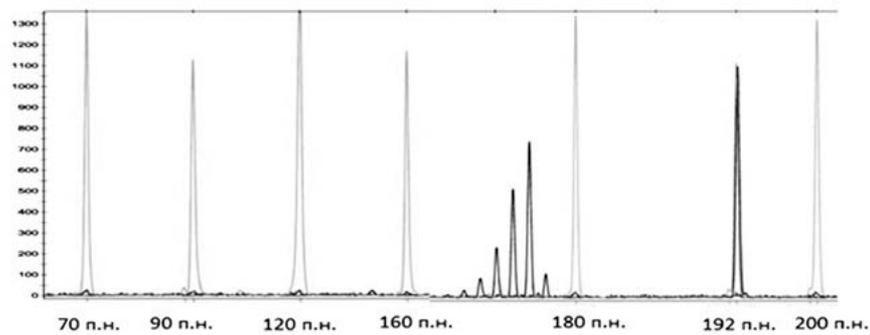


Рисунок 1. Фрагментный анализ микросателлитного локуса Xgwm261 размером 192 п.н., сцепленного с геном Rht8 у линии 1601п16.

Выводы

1. Выявлены интрогрессивные линии с генетическим материалом синтетических форм *T. miguschovae* и Авродес, несущие молекулярные маркеры, сцепленные с аллелями генов короткостебельности *Rht-B1b*, *Rht-D1b*, *Rht-B1e* и *Rht-8c*.

2. Наличие генов короткостебельности в линиях обусловлено их передачей от сортов реципиентов. Исключение составили линии, несущие ген *Rht-B1*, который не идентифицирован ни в одном из реципиентов.

3. Отобранные молекулярные маркеры могут успешно применяться в схемах MAS-селекции пшеницы для идентификации аллельных вариантов генов короткостебельности и отбора генотипов, несущих их.

(Работа выполнена в рамках программы фундаментальных исследований президиума РАН «Методология и молекулярно-генетические методы вовлечения в селекционный процесс нетрадиционных зерновых культур с целью создания сортов нового вида с уникальными свойствами адаптивности и качества зерна».)

ЛИТЕРАТУРА:

1. Давоян, Р. О. Синтетические формы как основа для сохранения и использования генофонда диких сородичей мягкой пшеницы / Р. О. Давоян, И. В. Бебякина, О. Р. Давоян, А. Н. Зинченко, Э. Р. Давоян, А. М. Кравченко, Ю. С. Зубанова // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2012. – № 16 (1): – С. 44-51.
2. Дивашук, М. Г. Идентичность генов короткостебельности *Rht-11* и *Rht-B1e* / М. Г. Дивашук, А. В. Васильев, Л. А. Беспалова, Г. И. Карлов // Генетика. – 2012. – Т. 48 (7). – С. 897.
3. Divashuk, M. G. Reduced height genes and their importance in winter wheat cultivars grown in southern Russia / M. G. Divashuk, L. A. Bespalova, A. V. Vasilyev, G. I. Karlov, O. Yu. Puzyrnaya, I. A. Fesenko // Euphytica. – 2013. – V. 190. – P. 137.
4. Ellis, M. H. Perfect markers for the *Rht-B1b* and *Rht-D1b* dwarfing genes in wheat / M. H. Ellis, W. Spielmeyer, K. R. Gale // Theor. Appl. Genet. – 2002. – V. 105. – P. 1038-1042.
5. Gale, M. D. Dwarfing genes in wheat / M. D. Gale, S. Youssefian // In: Russell GE(ed) Progress in plant breeding. Butterworths and Co. – London, 1985. – P. 1-35.
6. Keyes, G. J. The effects of dwarfing genes *Rht1* and *Rht2* on cellular dimensions and rate of leaf elongation in wheat / G. J. Keyes, D. J. Paolillo, M. E. Sorrells // Annals of Botany. – 1989. – Vol. 64. – P. 683 – 690.
7. Korzun, V. Genetic analysis of the dwarfing gene *Rht8* in wheat. Part I. Molecular mapping of *Rht8* on the short arm of chromosome 2D of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) / V. Korzun, M. Roder, M. Ganal, A.J. Worland // Theoretical and Applied Genetics. – 1998. – V. 96. – P. 1104-1109.
8. Li, A. Isolation of a gibberellin-insensitive dwarfing gene, *Rht-B1e*, and development of an allele-specific PCR marker / A. Li, W. Yang, X. Guo, D. Liu, J. Sun, A. Zhang // Molecular Breeding. – 2012. – V. 30. – P. 1443-1451.
9. Liu, Y. Allelic variation, sequence determination and microsatellite screening at the XGWM261 locus in Chinese hexaploid wheat (*Triticum aestivum*) varieties / Y. Liu, D. Liu, H. Zhang, J. Wang, J. Sun, X. Guo, A. Zhang // Euphytica. – 2005. – V. 145. – P. 103-112.
10. McIntosh, R. A. Catalogue of Gene Symbols for Wheat / R. A. McIntosh., Y. Yamazaki, J. Dubcovsky, J. Rogers, C. Morris, D. J. Somers, R. Appels, K. M. Devos // Catalogue of gene symbols for wheat. – 2013.
11. Pearce, S. Molecular Characterization of *Rht1* Dwarfing Genes in Hexaploid Wheat / S. Pearce, R. Saville, S. P. Vaughan // Plant Physiology. – 2011. – V. 157. – P. 1820-1831.
12. Von Post, R. A high-throughput DNA extraction method for barley seed / R. Von Post, L. Von Post, C. Dayteg, M. Nilsson, B. P. Forster & S. Tuveesson // Euphytica. – 2003. – V. 130 (2). – P. 255-260.
13. Worland, A.J. Genetic analysis of the dwarfing gene (*Rht8*) in wheat. Part II. The distribution and adaptive significance of allelic variants at *Rht8* locus of wheat as revealed by microsatellite screening / A. J. Worland, V. Korzun, M. S. Rod-

- er, M. W. Ganal, C. N. Law // Theoretical and Applied Genetics. – 1998 (b). – V. 96. – P. 1110-1120.
14. Worland, A. J. The influence of flowering time genes on environmental adaptability in European wheats / A.J. Worland // Euphytica. — 1996. — V. 89. — P. 49–57.
15. Worland, A. J. The presence of the dwarfing gene Rht8 in wheat varieties of the former Yugoslavian Republics as detected by a diagnostic molecular marker / A. J. Worland, V. Korzun, S. Petrovic // 2nd Balkan Symposium. OnfieldCrops, NoviSad. – 1998 (a). – V. 1. – P. 51–55.
16. Worland, A. J. Rht1 (B.dw), an alternative allelic variant for breeding semi-dwarf wheat varieties / A. J. Worland, E. J. Sayers // Plant Breed. – 1995. – 114. – P. 397-400.

Эдвард Румикович Давоян

Вед. научн. сотр. отдела биотехнологии
E-mail: davayan@rambler.ru,

Румик Оганесович Давоян

Зав. отделом биотехнологии
E-mail: davoyanro@mail.ru,

Дмитрий Сергеевич Миков

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

Юлия Сергеевна Зубанова

Научн. сотр. отдела биотехнологии,

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

Геннадий Ильич Карлов

И.о. директора ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной биотехнологии»
E-mail: karlov@iab.ac.ru,

Михаил Георгиевич Дивашук

Зав. лабораторией диагностики патогенов растений, ст. научн. сотр. центра молекулярной биотехнологии РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева
E-mail: divashuk@gmail.com,

Алина Александровна Кочешкова

Мл. научн. сотр. центра молекулярной биотехнологии РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева
E-mail: alina.korotaeva@gmail.com,

Все: ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной биотехнологии»,
ул. Тимирязевская, 42, г. Москва, 127550, Россия

Анастасия Геннадиевна Черноок

Мл. научн. сотр. лаборатории диагностики патогенов растений
E-mail: irbis-sibri@yandex.ru
Центр молекулярной биотехнологии РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева,
ул. Тимирязевская, 49, г. Москва, 127550, Россия

Edward R. Davoyan

Leading researcher of the department of biotechnology,

Rumic O. Davoyan

Head of the department of biotechnology,

Dmitry S. Mikov

Junior researcher, department of biotechnology,

Julia S. Zubanova

Researcher of the department of biotechnology,

All: National Grain Center named after P. P. Lukyanenko
Central Manor of KNIISKh, Krasnodar, 350012, Russia

Gennady I. Karlov

Director of the All-Russian Scientific Research Institute of Agricultural Biotechnology

Michael G. Divashuk

Head. lab. diagnostics of plant pathogens; Center for Molecular Biotechnology Russian State Agricultural University named after K. A. Timiryazev,

Alina A. Kocheshkova

Junior researcher. Center for molculant biotechnology

All: All-Russian Research Institute of Agricultural Biotechnology,
Timiryazevskaya st., 42, Moscow, 127550, Russia

Anastasia G. Chernook

Junior researcher Center for Molecular Biotechnology Russian State Agricultural University named after K. A. Timiryazev,
Timiryazevskaya, 49, 127550, Moscow

УДК 633.15:631.527

А. И. Супрунов, д-р с.-х. наук,
А. А. Терещенко,
Н. В. Парпуренко,
О. А. Кольцова,
г. Краснодар, Россия

СЕЛЕКЦИЯ СРЕДНЕРАННИХ ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ ДЛЯ СЕВЕРО-КАВКАЗСКОГО И ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЕМНОГО РЕГИОНОВ РОССИИ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ИХ НА ЗЕРНО

В последние годы существенным образом увеличились площади посева и расширились регионы возделывания среднеранних гибридов кукурузы селекции НЦЗ им. П. П. Лукьяненко. В условиях Северо-Кавказского региона возделывание гибридов данного типа позволяет рано освобождать поля под посев озимых культур. В Центральном, Центрально-Черноземном и Нижневолжском регионах, где также районированы наши гибриды, товаропроизводителям удается получать как высококачественный силос, так и хороший корнаж. На 2017 год НЦЗ им. П. П. Лукьяненко ведет промышленное семеноводство трех среднеранних гибридов кукурузы. В текущем году планируется произвести более 7,0 тысяч тонн гибридных семян, которые будут возделываться на площади около 300 тысяч гектар.

В Центральной зоне Краснодарского края в 2013-2015 годах проведены исследования и оценка новых среднеранних гибридов кукурузы с быстрой отдачей влаги зерном при созревании. При создании нового исходного материала были использованы линии гетерозисной группы *ident* Кр 757, Кр 651 и Кр 602. Эти линии по результатам предыдущих исследований обладали хорошей комбинационной способностью, одна из них, Кр 602, быстро отдавала влагу зерном при созревании. С участием вышеназванных линий был создан новый исходный материал и получено 96 гибридных комбинаций. По результатам исследований в ряде новых среднеранних линий (757 602 4-1-2, 757 602 4-1-1-1, 757 602 3-2-2-1 и 757 602 3-2-1-1) выявлены высокие эффекты ОКС по годам изучения. Высокие константы СКС линий 757 602 6-1-1-1, 757 602 8-1-1-1 и 651 602 8-2-2-1 были с тестером Кр 601 МВ; 757 602 4-1-2, 651 602 7-1-1-1-1 с тестером Кр 244 МВ; 757 602 13-2-1-1, 757 602 5-1-2 с тестером Кр 654. Зерновая продуктивность лучших гибридных комбинаций по годам изучения варьировала в пределах 104,9-107,1 ц/га, достоверно превышая стандарт Краснодарский 291 АМВ на 12,7-26,6 ц/га. Уборочная влажность зерна данных гибридов была на 2,3-3,4% ниже стандарта. Экологические сортоиспытания новых среднеранних гибридов кукурузы в Северо-Кавказском и Центрально-Черноземном регионах позволили выявить реакцию гибридов на изменяющиеся условия среды. С участием новой среднеранней линии создан и передан в Государственное сортоиспытание гибрид кукурузы Краснодарский 295 АМВ.

Ключевые слова: кукуруза, линия, комбинационная способность, уборочная влажность зерна, зерновая продуктивность, гибриды, экологические сортоиспытания.

SELECTION OF MIDDLE EARLY HYBRIDS OF MAIZE FOR GRAIN PRODUCTION FOR NORTH CAUCASIAN AND CENTRAL CHERNOZEM REGIONS OF RUSSIA

Sown area of mid-early corn hybrids and number of regions were increased in recent years. Growing mid-early corn hybrids allows early to clear the fields for sowing winter crops. Agricultural producers are able to get good quality silage and corgage in Central, Central-Chernozem and Lower Volga regions where our hybrids were registered. Lukyanenko National Center of Grain is carrying out seed production of three mid-early corn hybrids. We are planning to produce over then 7,0 thousand tons, which will be sown in acreage about 300 thousand ha.

In the Central zone of the Krasnodar region since 2013-2015 conducted research and evaluation of new medium early hybrids of maize with rapid return of moisture by grain at maturing. When creating a new source material, the lines of the heterosis group were drawn *ident*: Kr 757, Kr 651 and Kr 602. The initial lines, according to the results of previous studies, had a good combinational ability, wherein one of the lines gave the moisture well to the grain during maturation – Kr602. With the participation of the above-mentioned lines, a new source material was created, 96 hybrid combinations were created. Based on the results of the studies, a number of new medium early lines: (757 602 4-1-2, 757 602 4-1-1-1, 757 602

3-2-2-1 and 757 602 3-2-1-1) revealed high effects of ACS over the years of study. High SCS constants for several years of research have been established in lines 757 602 6-1-1-1, 757 602-8-1-1-1, 651 602 8-2-2-1 with a tester Kr 601MB; 757 602 4-1-2, 651 602 7-1-1-1-1 with a tester Kr 244 MB; 757 602 13-2-1-1, 757 602 5-1-2 with a tester Kr 654. Grain productivity of the best hybrid combinations over the years of research varied at a level of 104.9 - 107.1 centners per hectare, significantly exceeded the Krasnodar 291 MB standard by 12.7 - 26.6 centners per hectare, while the harvest grain moisture of these hybrids was 2.3 to 3.4% lower than the standard. Ecological variety tests of new medium early hybrids of maize in the North-Caucasus and Central - Chernozem region allowed the hybrids to react to changing environmental conditions. Based on the results of the studies with the participation of a new medium early line, a hybrid of maize Krasnodar 295 MB was created and handed over to the State Variety Test.

Key words: maize, line, combining ability, grain harvesting moisture, grain productivity, hybrids, ecological variety trials.

На современном этапе создания гибридов кукурузы все чаще используют линии с уже известной генеалогией [3]. Такой тип отбора направлен на сочетание в одном генотипе комплекса нужных аллелей, ценных для культуры [7]. Используя в качестве исходного материала линии с уже известными генотипическими признаками, селекционер может более целенаправленно подобрать линии-тестеры [8]. В Краснодарском НИИСХ ведется большая работа по селекции высокопродуктивных среднеранних гибридов кукурузы. В 2017 году в Государственный реестр селекционных достижений внесено 12 среднеранних гибридов кукурузы, объем производства семян которых составил в 2016 году около 6000 тонн. Среднеранние гибриды районированы на зерно и силос в четырех агроклиматических зонах Российской Федерации [3].

Цель исследований

Целью исследований являлось создание новых, высокопродуктивных гибридов кукурузы, с быстрой отдачей влаги зерном при созревании, для возделывания их на зерно и силос в различных эколого-географических зонах страны.

Условия, материалы и методы

Исследования проведены в 2013-2015 годах в условиях Центральной зоны Краснодарского края. Почва опытных участков – чернозем выщелоченный, малогумусный, сверхмощный. Климатические условия 2013 года по количеству выпавших осадков в вегетационный период были почти оптимальны и составили 272,0 мм. За время вегетационного периода сумма среднесуточных температур составила 2853 °С, эффективных – 1625 °С, что несколько выше среднемноголетней и близка к оптимальной. Условия 2014 года были благоприятными для роста и развития кукурузы. В ранневесенний период выпало почти двойное количество осадков к среднемноголетнему показателю. В первой и второй декадах мая количество выпавших осадков было на уровне нормы. Последующий период оказался дождливым, осадков было больше на 79% среднемноголетних показателей [2]. В 2015 году за период вегетации кукурузы выпало на 38,8 мм

осадков больше нормы, и их распределение по периодам роста было крайне неравномерным. Этот фактор в сочетании с высокими дневными температурами отрицательно повлиял на продуктивность гибридов кукурузы. В качестве исходного материала для создания новых среднеранних линий кукурузы использованы три линии одной гетерозисной группы: Кр 757, Кр 651 и Кр 602. Эти линии характеризуются хорошей комбинационной способностью. Линия Кр 602 обладает высокой влагоотдачей зерна при созревании. В результате многолетнего отбора в селекционный процесс было привлечено 32 новых линий. С их включением и трех тестеров Кр 244 MB, Кр 601 MB и Кр 654 было создано и оценено в контрольном питомнике 96 гибридов. Площадь делянки составляла 9,8 м² с трехкратной повторностью. В качестве стандарта использован среднеранний гибрид кукурузы селекции института – Краснодарский 291 АМВ. В полевых опытах института была изучена комбинационная способность новых среднеранних линий кукурузы: ранняя уборка (третья декада августа) позволила дифференцировать гибриды по влагоотдаче. Статистическую обработку данных проводили по методикам В. К. Савченко и В. А. Доспехова [8, 6]. В рамках программы ЭСИ «Север» в 2016 году проведены экологические сортоиспытания группы новых среднеранних гибридов кукурузы в двух агроклиматических зонах: Северо-Кавказском регионе (Кабардино-Балкарская Республика и Ставропольский край) и Центрально-Черноземном регионе (Белгородская и Воронежская области).

Результаты исследований и обсуждений

Эффективный метод оценки новых линий – изучение их комбинационной ценности [4, 6]. За годы изучения гибридов кукурузы новых среднеранних линий были определены эффекты ОКС (табл. 1).

Высокими эффектами ОКС обладали линии 757 602⁴⁻¹⁻² и 757 602³⁻²⁻¹⁻¹. В 2014-2015 годы высокие эффекты ОКС были в линиях 757 602³⁻²⁻²⁻¹ (7,07, 7,06). Высокие константы СКС отмечены были в ряде новых линий (табл. 2).

Высокие константы СКС с тестером 601 МВ были выявлены в линиях 757 601 6-1-1 и 757 602 8-1-1-1: с тестером Кр 244 МВ высокие константы СКС за два года изучения были в линиях 757 602 4-1-2 (2014-2015 гг.) и 651 602 7-1-1 (2013-2014 гг.). С включением тестера Кр 654 и новых среднеранних линий кукурузы по СКС за три года изучения выделены линии 757 602 5-1-2-1 и 757 602 13-2-1-1. Другие линии, за годы их изучения, имели различ-

ные величины ОКС и СКС, что, очевидно, связано с различными условиями возделывания и потребует дальнейшего изучения гибридов с новыми среднеранними линиями. Зерновая продуктивность за годы исследований также варьировала, в зависимости от климатических условий возделывания (табл. 3).

В среднем за три года изучения лучшие гибридные комбинации формировали урожай зерна 90,3-97,3 ц/га, достоверно превышая стандарт на 10,8-17,8 ц/га, при этом их уборочная влажность зерна была на 1,9-2,8% ниже стандарта. Самый высокий урожай зерна лучшие гибридные комбинации сформировали в 2014 году. Представленные в таблице гибриды достоверно превышали по урожаю зерна стандарт на 10,3-14,4 ц/га. Наиболее широкое распространение среднеранние гибриды кукурузы получили при возделывании их на зерно в Северо-Кавказском регионе. В 2016 году группу среднеранних гибридов кукурузы изучали в двух зонах Северо-Кавказского региона: Кабардино-Балкарской Республике и Ставропольском крае (табл. 4).

В условиях Кабардино-Балкарской Республики лучшие гибриды сформировали урожай зерна

Таблица 1. Общая комбинационная способность новых лучших среднеранних линий кукурузы, Краснодар (2013-2015 гг.)

Линия	Эффект ОКС, по годам исследования		
	2013 год	2014 год	2015 год
757 602 ₄₋₁₋₂₋₁	11,01	9,39	13,47
757 602 ₃₋₂₋₁₋₁	6,59	6,72	8,59
757 602 ₅₋₁₋₂₋₁	5,16	3,40	-2,66
757 602 ₄₋₁₋₁₋₁	4,18	3,70	2,48
757 602 ₃₋₂₋₂₋₁	1,80	7,07	7,06
651 602 ₄₋₁₋₁₋₁	1,02	3,21	0,90
757 602 ₄₋₂₋₁₋₁	0,22	5,32	1,71
НСР ₀₅	2,81	2,65	2,53

Таблица 2. Константы СКС новых среднеранних линий кукурузы, Краснодар (2013-2015 гг.)

Линия	Тестера, константы СКС								
	Кр 601 МВ			Кр 244 МВ			Кр 654		
	2013 год	2014 год	2015 год	2013 год	2014 год	2015 год	2013 год	2014 год	2015 год
651 602 ₇₋₂₋₂₋₁	-2,74	5,02	9,05	12,66	1,33	-7,06	-4,82	-6,35	-1,99
757 602 ₄₋₁₋₂₋₁	12,43	-3,20	0,55	-14,5	4,18	5,92	2,07	-0,99	-6,47
651 602 ₈₋₂₋₂₋₁	-0,29	5,89	5,47	5,28	-6,89	1,62	-1,05	1,00	-7,37
651 602 ₇₋₁₋₁₋₁	-2,92	-3,64	-3,97	6,49	6,09	-5,02	-3,57	-2,45	8,99
757 602 ₆₋₁₋₁₋₁	3,98	4,59	9,61	-9,50	4,74	1,22	5,53	-9,33	-10,83
757 602 ₈₋₁₋₁₋₁	7,10	5,39	2,15	-6,57	1,69	-0,24	-0,53	-7,08	-1,90
757 602 ₁₃₋₂₋₁₋₁	-0,95	1,57	-1,49	-0,83	-9,88	-1,10	1,78	8,31	2,57
757 _{602 5-1-2-1}	-3,94	-8,55	2,69	-1,02	3,89	-6,0	4,69	4,67	3,31
НСР _{0,5}	0,76	0,79	0,59	0,76	0,79	0,59	0,76	0,79	0,59

Таблица 3. Зерновая продуктивность и уборочная влажность зерна лучших среднеранних гибридов кукурузы, Краснодар (2013-2015 гг.)

Гибрид	Урожайность зерна, ц/га				Уборочная влажность зерна, %			
	2013 год	2014 год	2015 год	среднее за 3 года	2013 год	2014 год	2015 год	среднее за 3 года
Краснодарский 291 АМВ (стандарт)	80,5	92,2	65,8	79,5	19,0	18,6	14,7	17,4
757 602 ₄₋₁₋₂₋₁ x 244 МВ	81,5	106,6	82,9	90,3	17,2	14,6	12,3	14,7
757 602 ₃₋₂₋₁₋₁ x 601 МВ	90,7	104,9	84,0	91,3	17,8	15,0	11,2	14,6
757 602 ₄₋₁₋₂₋₁ x 601 МВ	107,1	102,5	82,2	97,3	16,7	15,2	11,9	14,6
757 602 ₃₋₂₋₂₋₁ x 601 МВ	88,5	105,1	79,0	90,7	18,6	15,0	12,0	15,2
651 602 ₄₋₁₋₁₋₁ x 601 МВ	83,1	105,8	67,7	85,5	17,3	15,6	12,9	15,2
НСР _{0,5}	7,6	7,0	6,2					

Таблица 4. Результаты экологического сортоиспытания среднеранних гибридов кукурузы, 2016 год

Название гибрида	Агрофирма «Отбор» КБР (орошение)		Всероссийский НИИК, г. Пятигорск		Среднее по двум пунктам изучения	
	Урожайность, ц/1 га	Уборочная влажность зерна, %	Урожайность, ц/1 га	Уборочная влажность зерна, %	Урожайность, ц/1 га	Уборочная влажность зерна, %
Краснодарский 291 АМВ (стандарт)	106,7	26,6	112,9	17,3	109,8	21,9
757 602 ₄₋₁₋₂ x 244 МВ	102,5	22,3	113,4	14,8	107,9	18,5
757 602 ₃₋₂₋₁ x 244 МВ	121,7	21,3	109,6	15,3	115,6	18,3
757 602 ₃₋₂₋₁ x 601 МВ	112,7	18,6	110,1	15,3	111,4	16,9
757 602 ₄₋₁₋₁ x 244 МВ	116,6	20,4	105,2	14,3	110,9	17,3
НСР 0,5	2,29		9,5			

Таблица 5. Результаты экологических испытаний среднеранних гибридов кукурузы, 2016 год

Название гибрида	Белгородский НИИСХ		НИИСХ им. Докучаева		Среднее по двум пунктам изучения	
	Урожайность зерна, ц/1 га	Уборочная влажность зерна, %	Урожайность зерна, ц/1 га	Уборочная влажность зерна, %	Урожайность зерна, ц/1 га	Уборочная влажность зерна, %
Краснодарский 291 АМВ (стандарт)	112,0	30,5	73,0	38,2	92,5	31,6
757 602 ₄₋₁₋₂ x 244 МВ	107,0	27,6	86,0	95,5	96,5	29,5
757 602 ₃₋₂₋₁ x 244 МВ	118,0	26,6	93,0	29,9	105,5	28,2
757 602 ₃₋₂₋₁ x 601 МВ	101,0	24,4	95,0	27,9	98,0	26,1
757 602 ₄₋₁₋₁ x 244 МВ	106,0	27,0	83,0	32,8	94,5	29,9
НСР 0,5	1,67		0,58			

112,7-121,7 ц/га, достоверно превышая стандарт на 10,2-19,2 ц/га, уборочная влажность зерна этих гибридов была на 5,3-8,0% ниже стандартной. В условиях Ставропольского края только одна гибридная комбинация недостоверно превысила стандарт, но уборочная влажность зерна на 2,0-3,0% новых гибридов была ниже стандартной. В последние годы в связи с потеплением климата среднеранние гибриды все более широко стали районировать и внедрять в Центрально-Черноземном регионе. В 2016 году группу среднеранних гибридов кукурузы изучали в Белгородской и Воронежской областях (табл. 5).

В условиях 2016 года наивысший урожай зерна из данной группы среднеранних гибридов в условиях Белгородской области: у гибрида 757 602 x 244 МВ – 118,0 ц/га, уборочная влажность зерна всех экспериментальных гибридов была на 2,9-6,1% ниже, чем стандарта. В Воронежской области, несмотря на то, что все новые среднеранние гибриды достоверно превосходили по урожаю зерна стандарт, зерновая продуктивность лучших комбинаций была несколько ниже (93,0-95,0 ц/га). Уборочная влажность зерна гибридов была на 2,7-10,3% ниже стандарта. По результатам многолет-

них испытаний в Государственное сортоиспытание в 2015 году был передан по шестому и пятому региону простой модифицированный среднеранний гибрид кукурузы – Краснодарский 295 АМВ. В генотип данного гибрида вошла новая линия 757 602 4-1-2-1. По результатам Государственного сортоиспытания в 2016 году наивысший урожай зерна гибрида Краснодарский 295 АМВ был получен в Центрально-Черноземном регионе (Курская область, Обоянский ГСУ) – 170,8 ц/га. При этом новый гибрид превзошел по урожаю зерна местный стандарт Воронежский 279 СВ на 13,5 ц/га. В Северо-Кавказском регионе наивысший урожай зерна нового гибрида был получен на Кировском ГСУ (Республика Северная Осетия) – 111,4 ц/га. Превышение над стандартом Краснодарским 291 АМВ составило 8,5 ц/га.

Выводы

Выявлены высокие эффекты ОКС у новых среднеранних линий кукурузы 757 602₄₋₁₋₂₋₁₋₁, 757 602₃₋₂₋₁₋₁, 757 602₃₋₂₋₂₋₁ и 757 602₄₋₁₋₁.

Установлены высокие значения констант специфической комбинационной способности в ряде новых линий с тестером Кр 601 МВ – 757 602₄₋₁₋₂₋₁, 757 602₆₋₁₋₁₋₁, 757 602₈₋₁₋₁₋₁, 651 602₇₋₂₋₂₋₁.

С тестером Кр 244 МВ – 651 602 7-1-1-1, 757 602 4-1-2-1 и 757 602 7-2-2. С тестером Кр 654 – 757 602 13-2-1, 757 602 8-1-1 и 651 602 7-1-1.

Созданы новые высокопродуктивные среднеранние гибриды, которые в условиях Центральной зоны Краснодарского края сформировали урожай зерна 102,5-107,0 ц/га, достоверно превышая стандарт на 10,3-26,6 ц/га, с уборочной влажностью зерна на 1,9-2,8% ниже, чем у стандарта.

Новые лучшие среднеранние гибриды кукурузы сформировали урожай зерна в пределе 101,0-118,0 центнеров с га при уборочной влажности на 2,9-6,1% ниже стандарта.

В 2015 году в Государственное сортоиспытание с участием новой линии 757 602⁴⁻¹⁻² передан по шестому и пятому регионам России среднеранний гибрид кукурузы – Краснодарский 295 АМВ.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Том 1. Сорты растений. – 2017. – С. 478.
2. Данные метеопоста ФГБНУ НЦЗ им. П. П. Лукьяненко, 2014 год.
3. Домашнев, П. П. Селекция кукурузы / П. П. Домашнев, Б. В. Дзюбецкий, В. И. Костюченко. – М.: Агропромиздат, 1992. – 204 с.
4. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 352 с.
5. Пакудин, В. З. Оценка комбинационной способности линий кукурузы в диаллельных и анализирующих скрещиваниях / В. З. Пакудин // Бюлл. ВИР им. Н. И. Вавилова. – Л., 1974. – № 43. – С. 73-78.
6. Савченко, В. К. Метод оценки комбинационной способности генетически разнокачественных наборов родительских форм / В. К. Савченко // Методика генетико-селекционного и генетического экспериментов. – Минск, 1973. – С. 48-77.
7. Судакова, Л. Ю. Создание и оценка нового исходного материала для селекции среднеранних гибридов кукурузы / Л. Ю. Судакова, А. А. Кирилюк, А. И. Супрунов // Сборник научных трудов. – Краснодар: «Эдви», 2014. – С. 233-242.
8. Чумак, М. В. Селекция раннеспелых и среднеспелых гибридов кукурузы в Краснодарском научно-исследовательском институте сельского хозяйства / М. В. Чумак // Сборник научных трудов, посвященный 100-летию со дня рождения академика М. И. Хаджинова. – Краснодар, РИПО «Адыгея», 1999. – С. 13-28.
9. Jenkins, M. T. Maize breeding during the development and early years of hybrid maize / M.T. Jenkins // Maize breeding and genetics, ed. D. B. Walden. – 1978. – № 5. – P. 13-28.
10. Sprague, G. F. A comparison of synthetic varieties multiple cross and double crosses in corn / G. F. Sprague, M. T. Jenkins // Agron. J. –1943. –35. – P. 137-147.
11. Sprague, G. F. General vs. specific combining ability in single cross of corn / G. F. Sprague, L. A. Tatum // Agron. J. – 1942. – 34. – P. 923-932

Анатолий Иванович Супрунов

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

Anatoly I. Suprunov

Head of department of selection and seed farming of corn,

Анна Анатольевна Терещенко

Научн. сотр. отдела селекции и семеноводства кукурузы
E-mail: anna.kirilyuk@inbox.ru,

Anna A. Tereshchenko

Scientist of department of selection and seed farming of corn,

Наталья Владимировна Парпуренко

Научн. сотр. отдела селекции и семеноводства кукурузы,

Natalya V. Parpurenko

Scientist of department of selection and seed farming of corn,

Оксана Алексеевна Кольцова

Научн. сотр. отдела селекции и семеноводства кукурузы

Oksana A. Koltsova

Scientist of department of selection and seed farming of corn Lukyanenko

Все: ФГБНУ НЦЗ им. П. П. Лукьяненко
Центральная усадьба КНИИСХ, Краснодар, 350012,
Россия

All: National Center Estate KNIISH
Krasnodar, 350012, Russia

УДК 612.821 591.51

Е. Г. Савенко,
С. В. Гаркуша, д-р с.-х. наук,
Ж. М. Мухина, д-р биол. наук,
В. А. Глазырина,
Л. А. Шундрина,
Е. Е. Шипилова,
 г. Краснодар, Россия

КУЛЬТИВИРОВАНИЕ НЕЗРЕЛЫХ ЗАРОДЫШЕЙ ПОДСОЛНЕЧНИКА (ЭМБРИОКУЛЬТУРА) НА ПИТАТЕЛЬНЫХ СРЕДАХ В УСЛОВИЯХ IN VITRO

Метод культуры незрелых зародышей на подсолнечнике используется для получения отдаленных гибридов, введения в культурные сорта желаемых признаков, а также для ускорения создания новых форм данной культуры. Получение дополнительных поколений в год позволяет сократить период, требуемый для приведения расщепляющейся формы к стабильному состоянию. В условиях искусственного культивирования на питательных средах можно стимулировать развитие зародыша, минуя стадии покоя и дозревания, что значительно ускоряет получение взрослых продуктивных растений следующего поколения.

В исследованиях рассматривается возможность получения растений подсолнечника из зародышей семи-, двенадцати- и двадцатидневного возраста. Показаны различия по частоте выхода растений в зависимости от генотипа, возраста изолированного из семени зародыша и по типу развития растений, полученных из зародышей разного возраста.

Ключевые слова: эмбриокультура, зародыш, искусственные питательные среды, каллусогенез, гибрид.

CULTIVATION OF IMMATURE EMBRYOS OF SUNFLOWER (EMBRYO CULTURE) ON NUTRIENT MEDIA IN CONDITIONS IN VITRO

The method of culture of immature embryos on sunflower is used to obtain distant hybrids, introduce desirable traits into cultivated varieties, and also to accelerate the development of new forms of this crop. Obtaining the additional generations per year can shorten the period required to bring the splitting form to a stable state. Under conditions of artificial cultivation on nutrient media it is possible to stimulate the development of the embryo bypassing the stages of rest and ripening, which can greatly accelerate the production of adult productive plants of the next generation.

In studies, the possibility of obtaining sunflower plants from embryos 7, 12 and 20 days of age is considered. Differences in the frequency of plant output depending on the genotype, age of the embryo isolated from the seed and differences in the type of development of plants obtained from embryos of different ages are shown.

Key words: embryo culture, embryo, artificial nutrient media, callusogenesis, hybrid.

Культуры незрелых зародышей – один из наиболее доступных методов для ускорения и упрощения процесса создания новых форм подсолнечника. Этот биотехнологический прием используется и в таких аспектах, как получение отдаленных гибридов, введение в культурные формы данной культуры желаемых признаков [1-3, 8]. Кроме того, получение одного-двух дополнительных поколений в год позволяет существенно сократить период, требуемый для приведения расщепляющейся формы к стабильному состоянию [4, 7]. Эмбриогенез, или культура зародышей, представляет собой стерильную культуру зиготических зародышей. Зародыш изолируют из семени или семяпочки и помещают в искусственные условия (на питательные среды), заменяющие эндосперм. Последующее развитие и

прорастание зародыша происходит так же, как это было бы в семени [6].

Цель исследований – подобрать условия культивирования и определить оптимальный возраст зародышей для получения дополнительных поколений продуктивных растений подсолнечника.

Материал исследований

В исследованиях донорами эксплантов для эмбриокультуры послужили 17 линий подсолнечника: №№ 14, 16, 17, 19, 23, 25, 30, 31, 34, 35, 44, 53, 70, 83, 85, 91, 93. С целью получения биоматериала (незрелые зародыши) растения подсолнечника выращивали в камерах искусственного климата, а также в теплицах Индустриального партнера

У подсолнечника цветение диогогамное, то есть одновременное созревание рылец и пыльников.

В связи с этим при появлении в корзинке цветков рыльцевой фазы их принудительно опыляли вручную свежесобранной пылью того же генотипа. Нераскрывшиеся цветки удаляли. До наступления цветения растения изолировали индивидуальными изоляторами. Возраст зародышей отсчитывали со дня опыления, так как время от опыления до оплодотворения у подсолнечника не превышает нескольких часов.

Возраст незрелых зародышей имеет существенное значение для сохранения высокой жизнеспособности и получения из них полноценных растений. На определенной фазе дифференциации зародыш становится автономным, независимым в своем развитии от гормонов и других физиологически активных соединений окружающих тканей. Эти изменения могут проявляться в различной реакции зародышей разного возраста на одинаковые гормональные добавки, вносимые в среду культивирования [5]. В связи с этим проводили исследования по частоте выхода растений из зародыша семени в зависимости от его возраста. На модифицированную искусственную питательную среду МС, в которой было вдвое снижено содержание макро- и микроэлементов и повышено содержание витаминов (B_1 – в 10 раз, B_6 и РР – в 2 раза), высаживали зародыши разного возраста.

Семена из корзинок отбирали, начиная с 7-х, 12-х и 20-21-х суток после принудительного самоопыления.

Максимальный диаметр корзинки (40-60 мм) имели растения, выращенные в контролируемых условиях, на 20-21 день после опыления (рис. 1).

Стерилизация семян

Семена извлекали из корзинок, промывали в растворе с детергентом ТВИН 1-2 минуты, ополаскивали проточной водой 5-10 минут, затем поверхностно стерилизовали раствором 30% «Белизны», трехкратно промывали стерильной дистиллированной водой и в ламинарном боксе выделяли зародыши.

Зародыши культивировали 7-14 дней в условиях 16-часового светового дня при температуре 25 °С до их прорастания и формирования зеленых растений.

Результаты исследований

В ходе культивирования оказалось, что 7-дневные зародыши – слишком молодые, их трудно выделять из семян, так как размер был не более 0,5-1,5 мм. При культивировании на питательных средах они отставали в росте, характеризовались рядом морфологических изменений. Вероятно, это связано с тем, что у семидневных зародышей *in vivo* генетическая программа, отвечающая в частности за нормальную высоту растений изучаемых генотипов подсолнечника, была реализована не полностью. В связи с этим питательные среды тре-

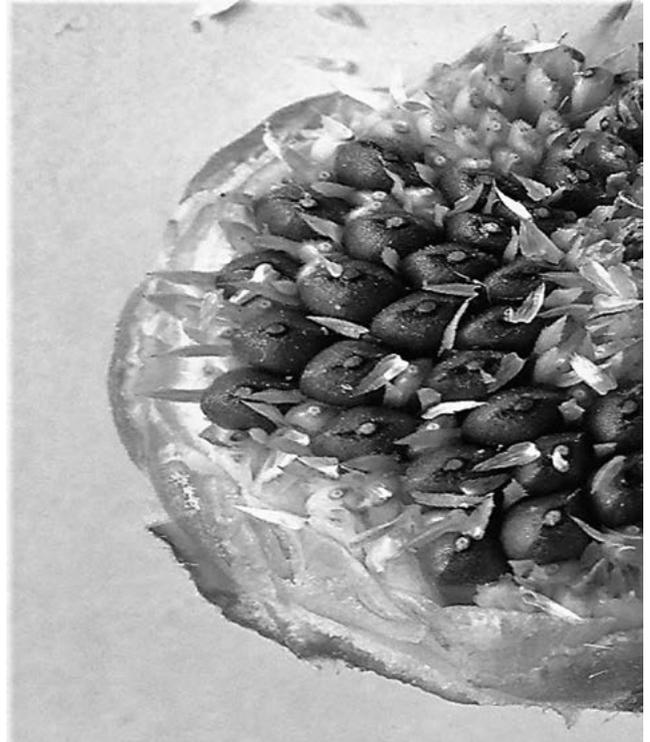


Рисунок 1. Корзинка с семенами для эмбриокультуры

бовали более сложного состава.

Кроме того, 7-дневные зародыши зачастую образовывали каллус, но не прорастали в растения, что было нежелательным явлением (рис. 4а).

Некоторые растения из 7-дневных зародышей желтели, у других непосредственно в пробирке на питательной среде формировалась корзинка и начиналось цветение (рис. 4б).

Зародыши на 12-е сутки после опыления имели длину 1 мм, семечка размером 7-8 мм была мягкая, светло-серой окраски (рис. 2).



Рисунок 2. Семена подсолнечника на 12-й день после опыления



Рисунок 3. Семена подсолнечника на 20-21-й день после опыления

На 20-21 сутки после опыления семена размером 8-9 мм имели темно-серую окраску и длину зародыша 2-3 мм (рис. 3).

Зародыши длиной 2-5 мм прорастали, формируя утолщенный гипокотиль и семядольные листья, у некоторых растений, в основном из 2-3-х мм зародышей, гипокотиль был редуцирован.

На 7-14-е сутки культивирования учитывали количество зародышей, которые образовали проростки от числа высаженных зародышей (табл., рис. 4).

На 12-14-й день культивирования 20-дневные незрелые зародыши формировали корни и побеги с частотой от 0% у линий №№ 30 и 44 и до 85,5%

Таблица. Формирование растений из 20-дневных зародышей подсолнечника

№№ линий подсолнечника	Количество инокулированных зародышей, шт.	Количество проростков, шт.	Количество проростков, %
25	110	53	48,2
83	55	47	85,5
85	52	21	40,4
53	35	7	20,0
35	25	4	16,0
14	88	66	75,0
70	11	6	54,5
31	53	6	11,3
23	25	6	24,0
34	10	2	20,0
19	25	11	44,0
17	40	9	22,5
91	15	4	26,7
93	17	5	29,4
16	9	8	88,9
30	102	0	0
44	18	0	0
Всего	669	258	38,6

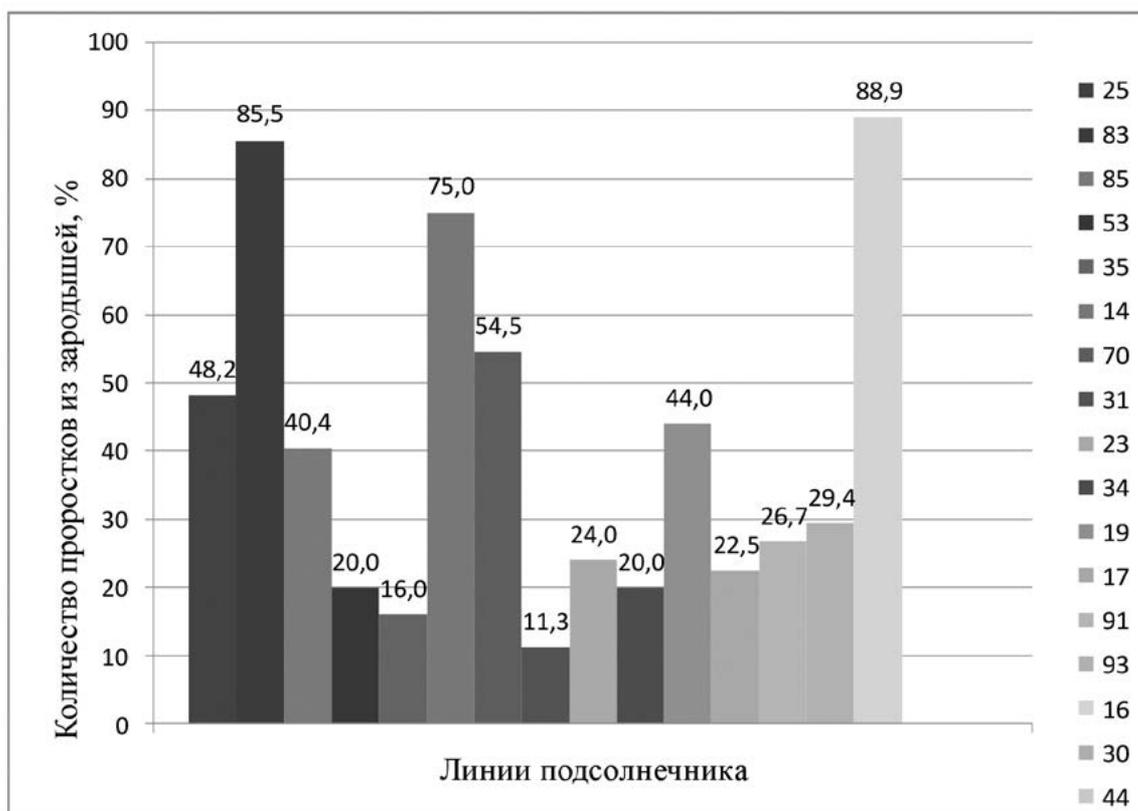


Рисунок 4. Формирование растений из 20-дневных зародышей подсолнечника

у линии № 83 и 88,9% у линии № 16 (рис. 9 а, б, с).

У образцов №№ 30 и 44 не отмечено развитие проростков из незрелых зародышей.

После формирования проростков с корневой системой растения извлекали из колб (пробирок), промывали в стерильном дистилляте для удаления агар-агара (рис. 10). Желательно растеньица погружать в смесь широкого спектра фунгицидов (0,2%, вес на объем) на 8 минут, чтобы предупредить развитие заболеваний, характерных для подсолнечника, первые признаки которых проявляются в фазе бутонизации, а наиболее сильно выражены в период цветения-созревания.

После этого побеги помещали в стерильный вермикулит или в специальный питательный грунт в пластиковые контейнеры и выращивали в культуральной комнате в контролируемых условиях.

Растения из зародышей всех используемых генотипов быстро начинали рост после пересадки в грунт. Приживаемость в грунте составила около 80%. Однако растения различались по типу развития в искусственных условиях. Зародыши линий

№№ 14, 16 и 83 образовывали мощные, хорошо растущие, быстро укореняющиеся проростки. Среди проростков линий №№ 31, 34 и 35 отмечалось значительное количество нарушений (искривленные, желтеющие, витрифицированные растеньица). Зародыши этих линий отставали в росте, слабо образовывали корни.

Через 2-3 недели вместе с грунтом из контейнера, не повреждая корневую систему растения, регенеранты высаживали в открытый грунт.

Выводы

1. На эффективность получения растений изучаемых линий подсолнечника существенно влиял возраст зародышей.

2. Молодые зародыши формируют более низкие растения.

3. Получение растений подсолнечника из зародышей, начиная с 7-дневного возраста, рекомендуется использовать для ускорения селекционного процесса за счет увеличения количества дополнительных поколений.

(Иллюстрации – на стр. 94)

ЛИТЕРАТУРА:

1. Попов, В. Н. Генотипические особенности скрещиваемости культурного подсолнечника с дикими видами и использование эмбриокультуры при отдаленной гибридизации / В. Н. Попов, Л. Л. Юшкина, Я. Ю. Шарыпина, В. В. Кириченко // Цитология и генетика, 2005. – Т. 39. – № 1. – С. 3-9.
2. Пушкаренко, А. Я. Культура *in vitro* незрелых гибридных зародышей подсолнечника / А. Я. Пушкаренко // Сборник научных трудов ОСГИ. – Одесса, 1992. – С. 31-38.
3. Пушкаренко, А. Я. Культура незрелых зародышей подсолнечника *in vitro* / А. Я. Пушкаренко, С. А. Игнатова, С. Ф. Лукьянюк // Сборник научных трудов ВСГИ. – 1988. – С. 72-77.
4. Сорока, А. И. Использование метода культуры зародышей в селекции подсолнечника / А. И. Сорока // Наук.-техн. бюлл. ИОК УААН, Запоріжжя, 2000. – № 5. – С. 28-31.
5. Сорока, А. И. Влияние возраста незрелых зародышей подсолнечника на выход жизнеспособных растений и некоторые их характеристики / А. И. Сорока // Біологічні науки Вісник Запорізького національного університету. – 2008. – № 2. – С. 186-189.
6. Тимофеева, О. А. Культура клеток и тканей растений / О. А. Тимофеева, Н. И. Румянцева / Учебное пособие ФГАОУ ВПО «Казанский (Привожский) федеральный университет» биолого-почвенный факультет. – Казань, 2012. – С. 91.
7. Cecconi, F. Embryo rescue in Sunflower (*Helianthus annuus* L.) a simple method to obtain more generations per year / F. Cecconi, M. Baldini, M. Turi, G. P. Vannozzi // 14-th International Sunflower Conference. – China, 1996. – P. 1075-1081.
8. Christov, M. Development of fertility restorer lines originating from interspecific hybrids of genus *Helianthus* / M. Christov, P. Shindrova, V. Encheva et al. // *Helia*, 1996. – V.19. – № 24. – P.65-72.

Елена Георгиевна Савенко

Ст. научн. сотр. лаб. биотехнологии
и молекулярной биологии,

Соавторы:

Сергей Валентинович Гаркуша

Директор,

Жанна Михайловна Мухина

Заместитель директора по инновациям,

Elena G. Savenko

Senior scientist of laboratory
of biotechnology and molecular biology,

Co-authors:

Sergey V. Garkusha

Director,

Janna M. Muhina

The deputy of director on innovations,

Валентина Александровна Глазырина

Ст. научн. сотр. лаборатории биотехнологии
и молекулярной биологии,

Людмила Анатольевна Шундрин

Научн. сотр. лаборатории биотехнологии
и молекулярной биологии,

Все: ФГБНУ «ВНИИ риса»

Белозерный, 3, Краснодар, 350921, Россия

E-mail: avena@rambler.ru

Евгения Евгеньевна Шпилова

Магистрант ФГБОУ ВО «Куб ГУ»,

ФГБОУ ВО «КубГУ»

Краснодар, ул. Ставропольская 149, 350040,
Россия

Valentina A. Glazyrina

Senior scientist of laboratory
of biotechnology and molecular biology,

Ludmila A. Shundrina

Scientist of laboratory
of biotechnology and molecular biology,

All: FSBSI «ARRRI»

3 Belozerniy, Krasnodar, 350921,

Russia

Evgenia E. Shipilova

Master's student FSBEI KubGA,

FSBEI KubGA

street is Stavropol 149, Krasnodar, 350921, Russia

УДК631.526:32:631.524.86:631.531.037

О. А. Брагина, канд. биол. наук,
И. А. Гергель,
г. Краснодар, Россия

УСТОЙЧИВОСТЬ СОРТОВ РИСА К ПИРИКУЛЯРИОЗУ В УСЛОВИЯХ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ

В статье представлены результаты изучения устойчивости сортов риса к пирикуляриозу за 2014-2016 годы в условиях Краснодарского края. Устойчивость растения риса к пирикуляриозу зависит не только от иммунологических свойств сорта, но и от погодных условий. Внешняя среда оказывает существенное влияние на патоген, на растение-хозяина и их взаимоотношения. Сложная генетическая система «растение-паразит» постоянно находится под контролем внешней среды. В условиях влажной и теплой погоды на восприимчивых сортах часто обнаруживаются все формы поражения. При этом у растений устойчивых сортов обычно поражается какой-либо один орган и появляется слабое спороношение патогена. В жаркую и сухую погоду растения поражаются слабо, а на устойчивых сортах спороношение патогена даже отсутствует.

Ключевые слова: сорт, устойчивость, пирикуляриоз, патотип, патоген, эпифитотия.

RICE RESISTANCE TO BLAST IN THE CONDITIONS OF KRASNODAR REGION

The article presents results of study in rice resistance to blast in the conditions of Krasnodar region for 2014-2016. Resistance of the rice plant to blast depends not only on the immunological properties of the variety, but also on the weather conditions. The external environment has a significant effect on the pathogen, on the host plant and their relationships..The complex genetic system "plant-parasite" is constantly under the control of the external environment. In conditions of wet and warm weather, all forms of damage are often found on susceptible varieties. In plants of resistant varieties, usually one organ is affected and a weak sporeage of the pathogen appears. In hot and dry weather, plants are affected poorly, and on resistant varieties, spore-bearing pathogen is even absent.

Key words: variety, resistance, blast, pathotype, pathogen, epiphytoty.

Введение

За 80-летний период возделывания риса в Краснодарском крае в появлении эпифитотий пирикулярриоза установлена 10-12-летняя цикличность. Первая крупная вспышка болезни отмечена в 1937-1938 гг. Повторилась эпифитотия в 1948-1949 гг. Сильное проявление болезни отмечалось почти во всех рисосеющих регионах края в 1972-1973 гг. В 1984-1985 гг. наблюдалось очередное эпифитотийное развитие пирикулярриоза. Потери урожая риса оказались очень значительными [1].

В 2013 году наблюдалось эпифитотийное развитие метельчатой формы болезни. В последние годы пирикулярриоз на посевах риса отмечается ежегодно, начиная с кущения риса.

Анализ эпифитотий свидетельствует, что их развитию способствуют умеренные температуры (18-30 °С), высокая относительная влажность воздуха (90-95%), частые осадки, обильные росы, туманы, морось, повышенный азотный фон, полегшие посева, поздние сроки сева, восприимчивые сорта [1, 2, 3].

В настоящее время устойчивость растений риса к пирикулярриозу становится одним из важных показателей конкурентоспособности сортов. Основой для успешной селекции риса на устойчивость к пирикулярриозу является наличие исходного материала с достаточно широким спектром и высоким уровнем устойчивости. Отбор доноров устойчивости осуществляется на основе идентификации генов, контролирующих этот признак у риса.

Устойчивость растений риса к пирикулярриозу подразделяют на полную и частичную. Полная устойчивость – несовместимость между хозяином и штаммом патогена, предотвращающая размножение возбудителя. Частичная форма устойчивости характеризуется снижением интенсивности размножения возбудителя в совместном взаимодействии. В настоящее время известны четыре основных гена, контролирующие частичную устойчивость: Pi1, Pi21, Pi34(t) [4].

Материалы и методы

В период интенсивного развития пирикулярриоза проведены учеты пораженности сортов риса на посевах Госсортоучастка «Белозерный» в Красноармейском районе по предшественнику многолетние травы (люцерна), где развитие пирикулярриоза было особенно сильным.

Поражение метельчатой формы пирикулярриоза определяли с помощью шкалы учета развития болезни на метелках:

- 0 – поражение отсутствует;
- 1 – единичные коричневые точки;



Рисунок 1. Метельчатая форма пирикулярриоза

- 2 – многочисленные коричневые точки;
- 3 – маленькие округлые пятна с серым центром на зерновках, около 2 мм в диаметре, с коричневой каймой;
- 4 – единичные типичные пятна пирикулярриоза на зерновках или на веточках, всего поражено 2% зерновок;
- 5 – типичные пятна пирикулярриоза, поражены зерновки, веточки, оси; щуплость зерна – 10%;
- 6 – поражена часть «шейки», веточки, зерновки; щуплость зерна – 25%;
- 7 – поражена часть «шейки», веточки, зерновки; щуплость зерна – 50%;
- 8 – поражена часть «шейки», веточки, зерновки; щуплые зерна составляют 75%;
- 9 – полностью поражена «шейка», щуплость зерна – 100%.

Данные по степени поражения метелок и количеству пораженных растений используют для подсчета интенсивности развития болезни по формуле:

$$\% = \frac{\sum(a^*b) \cdot 100}{n \cdot 9}, \text{ где}$$

- % – интенсивность развития болезни;
- $\sum(a^*b)$ – сумма произведений количества пораженных растений, умноженных на соответствующий балл поражения;
- n – число учтенных растений, шт.;
- 9 – наивысший балл поражения.

По результатам оценки сортообразцы классифицируют на устойчивые, среднеустойчивые и неустойчивые – интенсивность развития болезни:

- устойчивые 0-25%;
- среднеустойчивые 25,1-50%;
- неустойчивые >50%

Результаты исследований

Погодные условия летнего периода 2014 г. не способствовали эпифитотийному развитию пирикулярриоза. Средняя температура воздуха составила в июне 21,6 °С; в июле – 25,4 °С; в августе

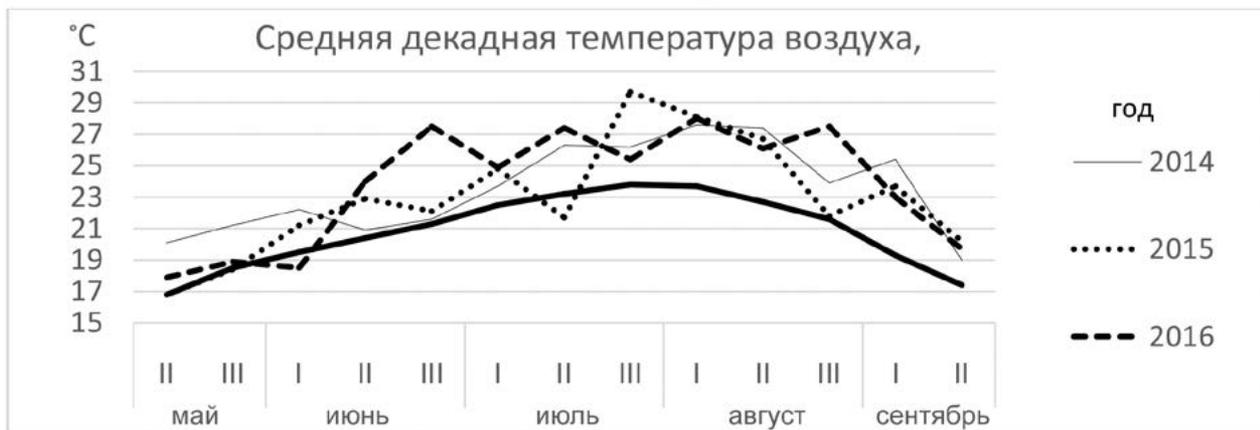


Рисунок 2. Метеорологические данные периода вегетации 2014-2016 гг. (метеопост «Белозерный»)

– 26,3 °C (рис. 1).

Сумма осадков составила в июле 25,6 мм; в августе – 0 мм, что значительно ниже средней многолетней – 60,0 мм и 48,0 мм соответственно. Незначительное количество осадков в июле-августе, краткосрочный или отсутствующий росяной период, сухой северо-восточный ветер неблагоприятно действовали на прорастание и жизнедеятельность патогена. Благоприятные условия для развития патогена наблюдались в 2015-2016 гг. Средняя температура воздуха составила соответственно в июне 22,0°; 23,3°, в июле – 25,4°; 25,9°, в августе – 25,5; 27,2 °C.

Сумма осадков – в июне – 154,8; 171,4 мм; в июле – 54,4; 41 мм; в августе – 89,7 27,1 мм (рис. 2).

В августе 2015 года осадки были обильными, но редкими: выпадали только 2 раза – 18 и 24-го числа. Обильные осадки 2016 г. в первой декаде июля и второй декаде августа создали благоприятные условия для развития пирикулярриоза. Причем в июле и августе днем температура поднималась до 37,8 °C и 38,8 °C соответственно, а ночью опускалась до 17,5 °C и 19,2 °C, что способствовало увеличению росяного периода, благоприятно влияющего на прорастание и развитие патогена.

Результаты оценки устойчивости сортов риса к пирикулярриозу за 2014-2016 гг. приведены в таблице 1.

Устойчивость к пирикулярриозу исследуемых сортов варьирует по годам. Степень пораженности сортов Снежинка и Шарм соответствует их иммунологической характеристике. В сорте Наташа снизилась степень устойчивости. В 2014-2015 гг. он показал себя как устойчивый сорт, а в 2016 г. – как среднеустойчивый. Устойчивые сорта Олимп, Кураж и Маноби в 2015-2016 гг. проявили себя как среднеустойчивые. Степень устойчивости сортов Атлант, Крепыш и Фаворит варьировала по годам, от устойчивых в 2014 г. до среднеустойчивых и неустойчивых в 2015-2016 гг. соответственно. Сорта риса Рапан, Новатор, Титан, Флагман из группы среднеустойчивых перешли в неустойчивые.

Погодные условия вегетационного периода 2014 года были не столь благоприятны для массового развития заболевания, чем в 2015, 2016 гг., что и сказалось на устойчивости сортов к пирикулярриозу.

Характер проявления пирикулярриоза зависит от погоды и устойчивости сорта. В условиях влажной и теплой погоды на восприимчивых сортах часто обнаруживаются все формы поражения. При этом

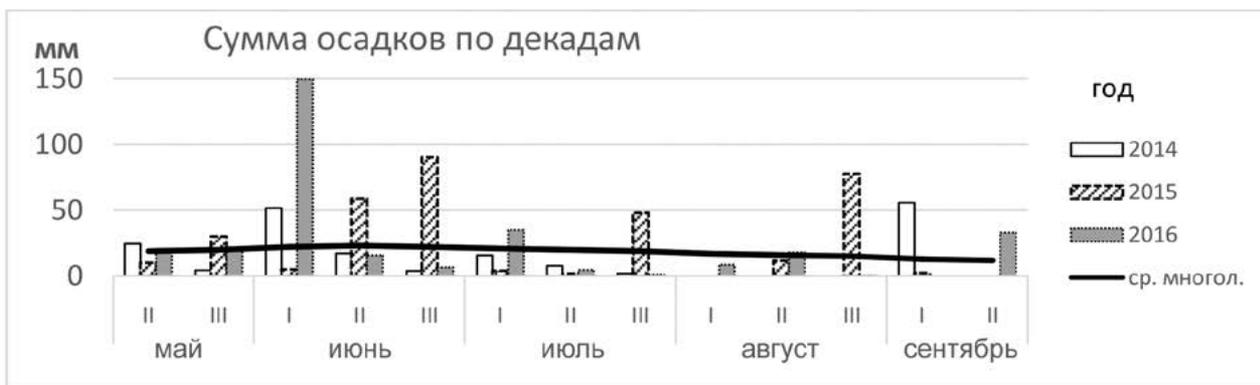


Рисунок 3. Метеорологические данные периода вегетации 2014-2016 гг. (метеопост «Белозерный»)

Таблица 1. Оценка устойчивости сортов риса к пирикулярриозу ФГУ ЭСП «Красное» ВНИИ риса, Госсортоучасток «Белозерный», 2014-2016 гг.

№ п/п	Название сорта	ИРБ, % (метельчатая форма)			Степень устойчивости		
		2014 г.	2015 г.	2016 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.
1	Снежинка	6,6	10,0	15,5	устойчив	устойчив	устойчив
2	Олимп	7,8	36,1	43,5	устойчив	среднеустойчив	среднеустойчив
3	Наташа	8,5	18,3	50,0	устойчив	устойчив	среднеустойчив
4	Атлант	8,9	39,8	57,5	устойчив	среднеустойчив	неустойчив
5	Кураж	11,1	42,5	49,0	устойчив	среднеустойчив	среднеустойчив
6	Моноби	12,9	26,9	40,0	устойчив	среднеустойчив	среднеустойчив
7	Крепыш	19,0	40,8	59,2	устойчив	среднеустойчив	неустойчив
8	Фаворит	20,0	40,6	54,7	устойчив	среднеустойчив	неустойчив
9	Рапан	32,2	53,0	55,7	среднеустойчив	неустойчив	неустойчив
10	Новатор	34,4	66,4	55,7	среднеустойчив	неустойчив	неустойчив
11	Титан	35,6	63,7	56,5	среднеустойчив	неустойчив	неустойчив
12	Флагман	43,3	58,6	51,5	среднеустойчив	неустойчив	неустойчив
13	Шарм	93,3	76,4	85,0	неустойчив	неустойчив	неустойчив

у растений устойчивых сортов обычно поражается какой-либо один орган и появляется слабое спороношение патогена. В жаркую и сухую погоду растения поражаются слабо, а на устойчивых сортах спороношение патогена даже отсутствует.

В последние годы селекционерами ВНИИ риса созданы сорта, обладающие повышенной устойчивостью к пирикулярриозу: Снежинка, Олимп, Южный, Виола, Кумир, Привольный 4, Партнер,

Крепыш, Яхонт, Наутилус, Соната, Сонет, Азовский, Рубин, Гарант, Кураж, Водопад, Исток.

Выводы

Устойчивость сортов риса к пирикулярриозу зависит не только от иммунологической характеристики, но и от погодных условий. Нет сортов, абсолютно устойчивых к болезни. Устойчивость сортов при непрерывном возделывании снижается из-за накопления патогенных рас вредного объекта.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Зеленский, Г. Л. Иммуногенетическая 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. – С. 427–440.
2. Рекомендации по комплексной защите сельскохозяйственных культур от вредителей, болезней и сорной растительности в Краснодарском крае на 2006-2012 гг. – Краснодар, 2006. – С. 198.
3. Харченко, Е. С. Иммунологическая оценка сортов риса к возбудителю пирикулярриоза / Е. С. Харченко, Л. И. Серая // Материалы международной научно-практической конференции. – Краснодар, 2010. – Вып. 6. – С. 660-662.
4. Zenbayashi, K.S. Pi34-AVRPi34: a new gene-for-gene interaction for partial resistance in rice to blast caused by Magnaporthe grisea / K. S. Zenbayashi, T. Ashizawa, S. Koizumi // Journal of General Plant Pathology. – 2005. – 71. – P. 395-401.

Олеся Анатольевна Брагина

Ст. научн. сотрудник лаборатории земледелия,

Olesya A. Bragina

Senior scientist, laboratory of agronomy,

Ирина Анатольевна Гергель

Научн. сотрудник лаборатории земледелия,

Irina A. Gergel

Scientist, laboratory of agronomy

Все: ФГБНУ «ВНИИ риса»,
Белозерный, 3, Краснодар, 3500921, Россия
E-mail: arrri_kub@mail.ru

All-Russian Rice Research Institute
3 Belozerny, Krasnodar, 350921, Russia

УДК: 58.02:631.5:631.53.043:631.53.048:631.559:631.816.1:631.84:633.18

М. А. Ладатко, канд. с.-х. наук,
г. Краснодар, Россия

ВЛИЯНИЕ ДОЗ АЗОТА И НОРМ ВЫСЕВА СЕМЯН НА УРОЖАЙНОСТЬ СОРТОВ РИСА

В условиях полевого опыта изучено влияние доз азотного удобрения и нормы высева семян на формирование густоты стояния растений и урожайность четырех новых сортов риса. Установлено, что увеличение нормы высева с 5 до 7 млн всхожих зерен на 1 га в среднем по сортам приводит к повышению густоты стояния растений на 38,1%. Дальнейшее увеличение нормы высева с 7 до 9 млн всхожих зерен на 1 га повышает густоту стояния растений еще на 20,6%. Сортами, обладающими повышенными темпами начального роста, являются Казачок-4 и Орион. Прирост урожайности при увеличении дозы азота с 0 до 92 кг/га составил 41,8%, с 92 до 138 кг/га – 10,8%, а со 138 до 161 кг/га – 6,5%. Выявлены сорта, отзывчивые на увеличение нормы высева, – Дождик и Орион, и дозы азота – Орион и Патриот.

Ключевые слова: рис, сорт, доза азота, норма высева, густота стояния, урожайность.

INFLUENCE OF NITROGEN DOSES AND SEEDING RATE ON RICE YIELD

In the conditions of field experiment, the effect of doses of nitrogen fertilizer and seeding rates on the formation of plant density and yield of four new rice varieties was studied. It has been found that an increase in the seeding rate from 5 to 7 million germinated grains per hectare, on an average for variety, leads to an increase in plant density by 38.1%. Further increase in the seeding rate from 7 to 9 million germinated grains per 1 hectare increases the plant density by another 20.6%. Varieties that have an increased rate of initial growth are Kazachok-4 and Orion. The increase in yields with an increase in the nitrogen dose from 0 to 92 kg / ha was 41.8%, from 92 to 138 kg / ha - 10.8%, and from 138 to 161 kg / ha - 6.5%. The varieties that are responsive to the increase in the seeding rate are Dozhdik and Orion, and that responsible to nitrogen doses are Orion and Patriot.

Key words: rice, variety, nitrogen dose, seeding rate, plant density, yield.

Введение

В связи с повышением эффективности рисоводческой отрасли основной задачей перед наукой стоит создание и внедрение высокопродуктивных сортов, а также разработка агротехники, учитывающей их биологические особенности.

Максимальная реализация потенциальной урожайности новых сортов риса возможна при учете их биологических особенностей и реакции на почвенно-климатические условия, от которых зависит эффективность тех или иных агротехнических приемов. В силу этого обстоятельства для каждого сорта необходимо разрабатывать такую агротехнику, которая позволила бы наиболее полно реализовать его потенциальную урожайность [2].

Цель работы

Целью работы являлось определить реакцию новых сортов риса на возрастающие дозы азотного удобрения и нормы высева семян.

Материалы и методы

Полевые опыты закладывались на рисовой оросительной системе ОПУ ФГБНУ «ВНИИ риса» в 2015-2016 гг. Предшественник по обоим годам проведения опыта – чистый пар.

Схема опыта предусматривала 4 фона минерального питания: без удобрений (кроме 2015 года), $N_{92}P_{50}$, $N_{138}P_{50}$, $N_{161}P_{50}$ кг д.в./га и 3 нормы высева: 5, 7, 9 млн всхожих зерен на 1 га. Объектами исследования были 4 сорта риса: Патриот, Дождик, Казачок-4, Орион.

Расположение вариантов опыта – рендомизированное. Повторность опыта – четырехкратная. Учетная площадь делянки – 9,0 м² (длина – 7,50 м, ширина – 1,20 м).

Внесение удобрений проводили по следующей схеме: перед посевом под культивацию с прикатыванием на всей площади чека (кроме участка с вариантом без удобрений) механизированно (сеялкой Vicon RS-M Accord CL) был внесен аммофос ($N_{12}P_{50}$) в дозе 100 кг/га и карбамид (N_{46}) в дозе 100 кг/га. Недостающее, предусмотренное вариантами опыта, количество азота вносили вручную в виде подкормки карбамидом: в варианте с внесением N_{92} в возрасте 2-3 листьев риса, а в вариантах с внесением N_{138} и N_{161} – равными долями в возрасте 2-3 и 5-6 листьев.

Посев семян осуществляли сеялкой WINTERSTEIGER «Ploseed XL» рядовым способом, с

Таблица 1. Густота стояния растений в зависимости от сорта и нормы высева в 2015-2016 гг., шт./м²

Вариант	Патриот			Дождик			Казачок-4			Орион			НСР ₀₅ вар.
	5	7	9	5	7	9	5	7	9	5	7	9	
2015	189	276	326	293	399	480	290	426	475	240	361	452	36,6
2016	358	458	576	300	405	495	348	471	561	374	485	598	31,2

последующим прикатыванием поверхности чека. В опыте проводили следующие наблюдения, учеты и анализы: учет густоты стояния растений в фазу полных всходов, подсчитывая количество растений на двух смежных рядах длиной 111 см в трех местах по диагонали каждой делянки [4]; учет урожайности – методом сплошного обмолота с последующим пересчетом на 14% влажность. Уборку урожая проводили методом прямого комбайнирования мешочным комбайном ДКС-515. Полученные в опыте данные анализировали статистически с использованием дисперсионного анализа [5]. Обработку почвы, ее предпосевную подготовку, режим орошения и уход за посевами риса выполняли в соответствии с рекомендациями по возделыванию в Краснодарском крае [1].

Результаты и обсуждение

Учет густоты стояния риса в фазу всходов показал (табл. 1), что количество растений сильно варьировало в зависимости от сорта и нормы высева. Несмотря на практически равный размах варьирования по годам (в среднем составила 294), общее количество растений в 2006 году было на 29,1% больше, чем в 2015. Наибольшее влияние на этот показатель оказала норма высева. Так, с увеличением нормы высева с 5 до 7 млн всхожих семян густота стояния растений возросла на 44,5 и 31,8% соответственно в 2015 и 2016 годах, а с 7 до 9 млн всхожих семян – еще на 18,6 и 22,6%. При этом все различия между нормами высева были статистически достоверны. Высокая полевая всхожесть в годы исследования (50,3 и 65,3% в среднем по опыту) объясняется получением всходов без слоя воды по режиму укороченного затопления.

Из изучаемых сортов наибольшими начальными темпами роста обладали Казачок-4 и Орион [3]. Так, в 2015 году наибольшая густота стояния растений была у сорта Казачок-4, а в 2016 году – у сорта Орион. Вклад факторов, влияющих на густоту стояния растений, распределился следующим образом: год – 14%, норма высева – 35%, сорт – 3%. Сортами, наиболее чувствительными к условиям получения всходов, оказались Патриот и Орион. Размах варьирования густоты стояния растений по годам у этих сортов составил в среднем 373 против 237 у сортов Казачок-4 и Дождик.

Учет урожая зерна показал (табл. 2 и 3), что в варианте без внесения удобрений наибольшая урожайность при норме высева 5 и 7 млн всхожих зерен на 1 га отмечена у сорта Казачок-4, а

при норме высева 9 млн всхожих зерен на 1 га – у Дождика. Это говорит о том, что перечисленные выше сорта можно определить в группу сортов, возделываемых по энергосберегающей технологии, а сорта Казачок-4 и Дождик, судя по морфотипу, – к экстенсивному типу. Наименьшая урожайность на этом фоне отмечена у сорта Орион.

Увеличение нормы высева до 9 млн всхожих зерен на 1 га привело к снижению урожайности у сорта Патриот. Такая же закономерность отмечена и на других фонах минерального питания 2016 года. Из этого следует, что данный сорт при густоте стояния на момент всходов свыше 500 шт./м², а на фоне без удобрений при норме высева 9 млн всхожих зерен на 1 га она достигала 668 шт./м², не способен реализовать свой потенциал. Аналогичная реакция на густоту стояния отмечена у сорта Казачок-4. В среднем же по сортам изменение нормы высева от 5 до 7 и 9 млн всхожих зерен на 1 га не оказало существенного влияния на урожайность риса, которая составила на этом фоне питания 49,5, 48,9 и 49,2 ц/га соответственно. Такую реакцию можно объяснить довольно высокой густотой стояния растений в вариантах опыта.

Анализ урожайности сортов на фоне питания $N_{92}P_{50}$ показал, что она варьировала от 56,8 до 68,4 ц/га в 2015 году и от 66,4 до 82,9 ц/га в 2016 году, при средних значениях 63,6 и 76,0 ц/га соответственно. Внесение этой дозы удобрений способствовало росту урожайности в опыте на 41,8%. В среднем по нормам высева наибольшая урожайность формировалась у сорта Патриот, составив за годы исследований 73,3 ц/га. Его преимущество сохранилось и на остальных фонах с внесением удобрений. Следует отметить, что наибольший прирост урожайности от внесения удобрений отмечен у сортов Патриот и Орион $N_{92}P_{50}$, составив на $N_{92}P_{50}$ по отношению к фону без удобрений 48,9 и 73,1% на $N_{138}P_{50}$ к предыдущему фону – 10,7 и 14,4%, а на $N_{161}P_{50}$ – 6,2 и 9,3% соответственно. Результаты этих исследований свидетельствуют о том, что вышеуказанные сорта относятся к интенсивному типу, однако урожайность у сорта Патриот выше, чем у Ориона.

Внесение $N_{138}P_{50}$ способствовало росту урожайности в среднем по опыту на 10,8%, но большим он был в 2016 году. Высокую урожайность на этом фоне проявил сорт Патриот, но в зависимости от года и густоты стояния растений близкую к нему урожайность формировали сорта Орион и Казачок-4. Такая же закономерность отмечена и на фоне $N_{161}P_{50}$.

Таблица 2. Урожайность сортов риса (фактор А) в зависимости от фона минерального питания (фактор В) и нормы высева семян (фактор С) в 2015 году, ц/га

Градации фактора			Среднее по факторам:							Эффект взаимодействия							
А	В	С	А	В	С	АВ	АС	ВС	АВС	АВ	АС	ВС	АВС				
Патриот	N ₉₂ P ₅₀	5	72,3	63,6		65,6	67,3	60,0	60,5	-0,31	-1,13	0,26	-0,34				
		7					74,1	65,1	68,4		0,70	0,46	0,55				
		9					75,5	65,6	67,8		0,42	-0,72	-0,21				
	N ₁₃₈ P ₅₀	5				69,6	72,1		72,1	66,0	68,7	0,22			0,29	1,27	
		7								70,8	73,4				0,07	-0,59	
		9								72,0	74,3				-0,36	-0,69	
	N ₁₆₁ P ₅₀	5				76,8	79,2		79,2	72,3	72,7	0,09			-0,55	-0,94	
		7								77,3	80,5				-0,53	0,04	
		9								80,6	84,3				1,07	0,90	
	Дождик	N ₉₂ P ₅₀				5	67,4			61,6	62,2		56,8	0,57	-1,36		0,21
						7					68,7		63,3		0,15	-0,04	
						9					71,4		64,7		1,21	-0,17	
N ₁₃₈ P ₅₀		5	66,8		66,8					61,2		61,2	-0,29			-0,64	
		7								68,3		68,3			0,16		
		9								70,9		70,9			0,48		
N ₁₆₁ P ₅₀		5	73,9		73,9					68,6		68,6	-0,28			0,43	
		7								74,5		74,5			-0,13		
		9								78,7		78,7			-0,31		
Казачок-4		N ₉₂ P ₅₀	5	68,7						62,5	67,1		61,0	0,14	2,26		-0,11
			7								69,0		63,1		-0,83	-0,06	
			9								70,1		63,3		-1,43	0,17	
	N ₁₃₈ P ₅₀	5	68,6					68,6		67,6		67,6	0,28			0,27	
		7								69,1		69,1			0,06		
		9								69,3		69,3			-0,34		
	N ₁₆₁ P ₅₀	5	75,1					75,1		72,8		72,8	-0,42			-0,16	
		7								74,8		74,8			0,00		
		9								77,7		77,7			0,17		
	Орион	N ₉₂ P ₅₀	5				71,5			64,7	67,8		61,5	-0,39	0,22		0,24
			7								72,6		65,8		-0,02	-0,45	
			9								74,1		66,8		-0,20	0,21	
N ₁₃₈ P ₅₀		5	70,9		70,9					66,6		66,6	-0,22			-0,91	
		7								72,4		72,4			0,36		
		9								73,7		73,7			0,55		
N ₁₆₁ P ₅₀		5	78,9		66,1	78,9				75,3		75,3	0,61			0,67	
		7			71,1						79,5	0,09					
		9			72,8						81,8	-0,76					
HCP ₀₅			2,33	2,02	2,02	4,04				4,04	3,50	7,00					

Увеличение дозы азота в составе минерального удобрения до 161 кг/га способствовало дальнейшему росту урожайности, значение которой варьировало по годам от 68,6 до 96,6 ц/га. При этом прирост урожайности к предыдущему фону составил 5,0%. Снижение урожайности сорта Казачок-4 на минеральном фоне N₁₆₁P₅₀ при густоте стояния рас-

тений свыше 500 шт./м² (в 2016 году) скорее всего обусловлено развитием болезни – пирикулярноза.

По результатам трехфакторного дисперсионного анализа, представленного в таблицах 2 и 3, видно, что в 2015 году сорта достоверно разделились на две группы, где Патриот и Орион превышали урожайность сортов Дождик и Казачок-4.

Таблица 3. Урожайность сортов риса (фактор А) в зависимости от фона минерального питания (фактор В) и нормы высева семян (фактор С) в 2016 году, ц/га

Градации фактора			Среднее по факторам:							Эффект взаимодействия						
А	В	С	А	В	С	АВ	АС	ВС	АВС	АВ	АС	ВС	АВС			
Патриот	N ₀ P ₀	5	78,5	49,2		49,3	80,8	49,5	51,6	-3,86	1,68	-0,35	0,30			
		7					79,3	48,9	51,3		0,68	-0,47	1,71			
		9					75,3	49,2	44,9		-2,37	0,82	-2,00			
	N ₉₂ P ₅₀	5		76,0		81,1	76,6	82,9	1,21						-0,11	-0,54
		7					75,5	80,9				-0,62	-0,42			
		9					75,9	79,7				0,74	0,95			
	N ₁₃₈ P ₅₀	5		85,0		90,3	85,4	92,3	1,32						-0,27	-0,03
		7					85,6	92,5				0,52	0,90			
		9					83,9	86,0				-0,25	-0,87			
	N ₁₆₁ P ₅₀	5		87,9		93,2	89,3	96,6	1,34						0,73	0,27
		7					88,6	92,4				0,57	-2,19			
		9					85,8	90,6				-1,30	1,92			
Дождик	N ₀ P ₀	5	75,1		53,6	73,3		51,0	3,78	-2,45			-0,42			
		7				74,4	51,3	-0,85			-1,11					
		9				77,6	58,4	3,30			1,53					
	N ₉₂ P ₅₀	5			76,6	73,6		76,6		73,6	-0,01				-1,09	
		7				76,3			76,3			1,10				
		9				79,8			79,8			0,00				
	N ₁₃₈ P ₅₀	5			83,4	82,4		83,4		82,4	-2,22				1,06	
		7				83,1			83,1			-0,05				
		9				84,6			84,6			-1,01				
	N ₁₆₁ P ₅₀	5			86,9	86,4		86,9		86,4	-1,55				0,45	
		7				86,9			86,9			0,07				
		9				87,6			87,6			-0,52				
Казачок-4	N ₀ P ₀	5	75,9		55,6	78,9		59,7	5,01	2,30			1,46			
		7				76,2	55,7	0,16			0,30					
		9				72,7	51,4	-2,46			-1,76					
	N ₉₂ P ₅₀	5			78,1	79,9		78,1		79,9	0,76				-1,08	
		7				78,3			78,3			0,47				
		9				76,2			76,2			0,62				
	N ₁₃₈ P ₅₀	5			85,5	85,6		85,5		85,6	-0,94				-2,61	
		7				86,5			86,5			0,19				
		9				84,4			84,4			2,42				
	N ₁₆₁ P ₅₀	5			84,5	90,4		84,5		90,4	-4,83				2,24	
		7				84,4			84,4			-0,96				
		9				78,6			78,6			-1,28				
Орион	N ₀ P ₀	5	68,6		38,3	67,7		35,8	-4,93	-1,53			-1,34			
		7				68,7	37,1	0,01			-0,89					
		9				69,3	42,1	1,52			2,23					
	N ₉₂ P ₅₀	5			68,1	69,9		68,1		69,9	-1,96				2,72	
		7				66,5			66,5			-1,15				
		9				68,0			68,0			-1,57				
	N ₁₃₈ P ₅₀	5			80,9	81,4		80,9		81,4	1,85				1,58	
		7				80,5			80,5			-1,04				
		9				80,8			80,8			-0,54				
	N ₁₆₁ P ₅₀	5			87,0	84,0		87,0		84,0	5,04				-2,96	
		7				74,6			74,6			3,08				
		9				73,7			73,7			-0,13				
HCP ₀₅			2,32	2,32	2,01	4,65	4,03	4,03	8,05							

Таблица 4. Доля влияния факторов на урожайность риса в 2015 году

Источник вариации	Доля вклада, %	F факт.	F табл.
Фактор А (сорт)	6,3	7,5	2,7
Фактор В (минеральный фон)	47,1	83,9	3,1
Фактор С (норма высева)	13,0	23,1	3,1
Взаимодействие факторов АВ	0,2	0,1	2,2
Взаимодействие факторов ВС	1,8	1,1	2,2
Взаимодействие факторов АС	0,5	0,4	2,5
Взаимодействие факторов АВС	0,4	0,1	1,8
Повторений	1,3		
Случайное отклонение	29,5		

Таблица 5. Доля влияния факторов на урожайность риса в 2016 году

Источник вариации	Доля вклада, %	F факт.	F табл.
Фактор А (сорт)	4,6	25,6	2,7
Фактор В (минеральный фон)	80,6	449,6	2,7
Фактор С (норма высева)	0,1	1,1	3,1
Взаимодействие факторов АВ	3,2	6,0	1,9
Взаимодействие факторов ВС	1,2	3,4	2,2
Взаимодействие факторов АС	0,1	0,4	2,2
Взаимодействие факторов АВС	0,7	0,6	1,7
Повторений	1,0		
Случайное отклонение	8,4		

В 2016 году наибольшее значение показателя было у сорта Патриот, в то время как Дождик и Казачок-4 достоверно превышали урожайность сорта Орион. Между фонами минерального питания за годы исследований все различия по урожайности риса были достоверные. Достоверный рост урожайности от увеличения нормы высева отмечен только в 2015 году, и только до нормы 7 млн всхожих зерен на 1 га.

Изучая несколько факторов в опыте, важно знать долю влияния каждого из них на интересующий показатель. Как видно из результатов, представленных в таблицах 4 и 5, у всех сортов достоверное и наибольшее влияние на урожайность риса оказывает доза минерального питания (47,0% в 2015 году и 80,6% – в 2016 году). Норма высева имела достоверное влияние только в 2015 году, составив 13,0%. Доля вклада сорта в формирование урожайности в 2015-2016 годах была достоверна и составила 6,3 и 4,6% соответственно. Как видно из полученных данных, на повышенную

полевую всхожесть семян в 2016 году не повлияла норма высева, но и уменьшилась доля вклада сорта. Однако в этом году отмечено наименьшее влияние случайных факторов (ошибки) на урожайность в опыте – 8,4%, против 29,5% в 2015 году.

Выводы

Повышение нормы высева с 5 до 7 и 9 млн зерен/га способствует увеличению густоты стояния растений в фазу всходов на 38,01 и 66,5%, а урожайности – на 2,2 и 2,5% соответственно для всех сортов.

Внесение возрастающих с 0 до 92 и далее до 138 и 161 кг/га доз азота обеспечило прирост урожайности на 20,6; 7,5 и 5,0 ц/га соответственно для всех сортов.

Наибольшую урожайность на фоне без удобрений сформировали сорта Казачок-4 и Дождик, а с внесением удобрений – сорт Патриот.

Наиболее отзывчивыми сортами на возрастающие дозы азота были Орион и Патриот.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Агарков, В. Д. Агротехнические требования и нормативы в рисоводстве: практическое пособие / В. Д. Агарков, А. Ч. Уджуху, Е. М. Харитонов. – Краснодар: ВНИИ риса, 2006. – 96 с.
2. Корзун, О. С. Адаптивные особенности селекции и семеноводства сельскохозяйственных растений: пособие / О. С. Корзун, А. С. Бруйло. – Гродно: ГГАУ, 2011. – 140 с.
3. Ладатко, М. А. Реакция сортов риса на уровень минерального питания и норму высева семян / М. А. Ладатко // Зерновое хозяйство России. – 2016. – № 4 (46). – С. 55-57.
4. Сметанин, А. П. Методики опытных работ по селекции, семеноводству, семеноведению и контролю за ка-

чеством семян риса / А. П. Сметанин, В. А. Дзюба, А. И. Апрод. – Краснодар: Краснодарское кн. изд-во. – 1972. – 156 с.

5. 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.

Максим Александрович Ладатко

Вед. науч. сотр. лаборатории сортовой агротехники и паспортизации сортов риса
E-mail: maxilad@mail.ru
ФГБНУ «ВНИИ риса»
Белозерный, 3, Краснодар, 350921, Россия

Maxim A. Ladatko

Leading researcher, laboratory of varietal agricultural technology and certification of rice varieties
All-Russian Rice Research Institute
3 Belozerny, Krasnodar, 350921, Russia

УДК 575.12:633.854.78

К. В. Азарин, канд. биол. наук,
А. В. Усатов, д-р биол. наук,
г. Ростов-на-Дону, Россия,
П. И. Костылев, д-р с.-х. наук,
г. Зерноград, Россия

**СЕЛЕКЦИЯ РИСА, УСТОЙЧИВОГО К ПОЛНОМУ ЗАТОПЛЕНИЮ
(обзор)**

Рис обычно выращивают на заливаемых анаэробных почвах, однако даже эта культура чувствительна к полному затоплению. В мире селекция сортов риса, устойчивых к длительному затоплению, связана как с климатическими особенностями обширных районов возделывания, подверженных наводнению, так и с переходом от рассадной культуры к прямому севу семенами. Для России наиболее актуальным вариантом использования устойчивости к затоплению является борьба с сорными растениями за счет глубокого слоя воды, который сорняки преодолеть не в состоянии. Введение локусов устойчивости в высокопродуктивные образцы, адаптированные к определенным агроклиматическим условиям, считают наиболее перспективным направлением селекции сортов, устойчивых к абиотическим и биотическим стрессам. Применение специализированных ДНК-маркеров, ассоциированных с такой устойчивостью, обеспечивает четкий контроль наследования целевого локуса. Как следствие, отбор с помощью ДНК-маркеров в настоящее время все чаще используют в качестве высокотехнологичного инструмента в реальных селекционных программах, в том числе и при создании риса, устойчивого к полному затоплению. В представленной статье суммированы исследования, направленные на решение проблемы селекции риса, устойчивого к полному затоплению. Приведены данные о механизмах, стратегиях адаптации, локусах, ассоциированных с устойчивостью к этому стресс-фактору. Большое внимание уделено исследованиям, направленным на практическое применение молекулярно-генетических маркеров в селекции устойчивых к затоплению сортов.

Ключевые слова: устойчивость, затопление, ДНК-маркеры, рис.

BREEDING OF FLOOD-TOLERANT RICE (review)

Rice is a unique crop, which is usually grown in flooded soil. However, not all rice variety according to its genotype can tolerate to complete flooding. In the world, development of the submergence tolerant versions of rice cultivars linked to the fact that the large growing areas are prone floods due to the climatic changes. Another aspect of the use this trait is the transition from seedling to direct sowing seeds. In Russia

complete flooding is used to weeds control because they can not overcome deep layer of water. The introduction of tolerance QTLs into highly productive cultivars adapted to certain agro-climatic conditions is considered to be the most promising trend for breeding of varieties resistant to abiotic and biotic stresses. The use of DNA markers associated with tolerance provides a clear control of the inheritance of the target locus. As a consequence, the selection using DNA markers is now increasingly used as a high-tech tool in real breeding programs, including for development of submergence tolerant rice. In the presented study were summarizes the researches devoted the problem of breeding of submergence tolerant rice. Data on mechanisms, adaptation strategies, loci associated with resistance to this stress are given. We had placed great emphasis on researches aimed at application of molecular-genetic markers in the breeding of complete flooding tolerant varieties.

Key words: *submergence tolerance, DNA-markers, rice.*

Введение

Затопление вызывает у растений нарушение таких основных физиологических процессов, как поглощение воды, дыхание, фотосинтетическая активность. Даже непродолжительное переувлажнение значительно снижает урожайность сельскохозяйственных культур [17, 20, 34, 38]. Рис (*O. sativa*) обычно выращивают на затопляемых анаэробных почвах, однако даже эта культура чувствительна к полному затоплению [17, 18, 34]. Затопление является одним из главных абиотических стрессов в Южной и Юго-Восточной Азии. Более 16 млн га рисовых полей в данном регионе подвержены ежегодным наводнениям и как ожидается, вследствие происходящих климатических изменений эта цифра будет только расти [14, 29].

Кроме того, борьба с сорной растительностью предполагает использование средств химической защиты, несмотря на высокую их токсичность. При этом практика показывает, что химическая защита растений в ряде случаев или неэффективна, или нерентабельна [4]. В связи с этим необходимы сорта риса, сочетающие высокую продуктивность со способностью к прорастанию из-под глубокого слоя воды.

Механизмы устойчивости к затоплению

В отличие от других сельскохозяйственных растений, у риса в процессе эволюции сформировался ряд механизмов устойчивости к затоплению. Одним из них является образование продольных взаимосвязанных воздушных полостей, или аэренхимы, которая позволяет осуществлять транспорт кислорода от хорошо аэрируемых побегов к погруженным в воду корням [11, 26]. Молекулы кислорода, диффундирующие через аэренхиму к апикальной меристеме корня, могут быть использованы как в процессе дыхания, так и рассеиваться радиально в ризосферу [12]. Для предотвращения радиальной диффузии кислорода в ризосферу в условиях затопления у риса вокруг аэренхимы формируется плотный барьер из суберинизированных и лигнифицированных клеточных стенок наружных слоев корня. Также считают, что

этот барьер препятствует проникновению в корни растений различных токсичных веществ, образованных в почве в результате анаэробного [12, 20].

Еще одним механизмом является формирование воздушной пленки на поверхности погруженных в воду листовых пластин [40]. Показано, что удаление газовой пленки уменьшает порционное давление кислорода в корнях, а также снижает эффективность фотосинтеза и прирост сухой массы корней и побегов [40, 57]. Несмотря на приведенные выше адаптивные механизмы к условиям недостатка кислорода, многие сорта риса чувствительны к полному затоплению. Их листья и стебли в условиях полного погружения умеренно удлиняются, достигая поверхности воды, однако такое удлинение истощает энергетические резервы, приводя к снижению продуктивности и даже гибели растений [6]. Тем не менее некоторые формы риса обладают высокой толерантностью к данному стресс-фактору. Как правило, такая устойчивость реализуется посредством двух различных стратегий контроля роста. Одна из них – это так называемая стратегия покоя, при которой прекращается удлинение корней и побегов растений, и тем самым сохраняется необходимая энергия для возобновления роста после снижения уровня воды [19]. Такие формы риса устойчивы к кратковременному затоплению периодом 10-14 дней [13]. В данном случае можно наблюдать отрицательную корреляцию между удлинением вегетативных органов растений и выживанием в условиях полного затопления.

Другая стратегия заключается в быстром удлинении листьев и междоузлий при затоплении [7]. Так, некоторые сорта могут увеличивать длину побега более чем на 25 см в день [21]. Такое быстрое удлинение позволяет концам листьев в кратчайший срок выйти на поверхность воды, что дает возможность для эффективного фотосинтеза и газообмена [7]. Обе стратегии обусловлены этилен-зависимыми факторами транскрипции [18, 58]. Более подробно механизмы устойчивости растений к затоплению изложены в следующих обзорах [6, 7, 13, 24, 35, 39].

Локусы, ассоциированные с устойчивостью к затоплению. Как было упомянуто выше, некоторые сорта риса способны ограничивать свой рост в период затопления и возобновлять его после снижения уровня воды. Одним из наиболее известных доноров такой устойчивости является традиционный индийский сорт FR13A. Этот сорт активно используется селекционерами во всем мире, начиная с 70-х годов прошлого века. Однако генетическая основа толерантности FR13A к водному стрессу долгое время оставалась неизученной.

Во второй половине 90-х годов двумя независимыми исследовательскими группами с использованием рекомбинантных инбредных линий, полученных на основе FR13A, были описаны один мажорный (впоследствии названный *Sub Mergence 1* или *Sub 1*) и несколько минорных локусов (QTL) устойчивости к затоплению [59]. Позже было установлено, что локус *Sub 1* состоит из трех генов (*Sub1A*, *Sub1B* и *Sub1C*), кодирующих этилен зависимые факторы транскрипции и активирующихся в условиях затопления [58]. *Sub1B* и *Sub1C* представлены у всех культурных форм *O. sativa*, которые были исследованы до сих пор, в то время как *Sub1A* обнаруживают только у устойчивых форм [58, 59]. В данном случае накопление этилена в проростках риса, покрытых водой, служит исходным сигналом экспрессии *Sub1A*, что в дальнейшем приводит к остановке роста. Чтобы сохранить энергию и углеводы у растений, несущих *Sub1A*, подавляется экспрессия генов, кодирующих α -амилазу и сахарозо-синтазу, участвующих в метаболизме крахмала и сахарозы [19]. Кроме того, *Sub1A* увеличивает экспрессию генов *SLR1* и *SLRL1* – ключевых репрессоров гиббереллиновой сигнализации у риса, что негативно регулирует удлинение стебля во время затопления [18]. В работе [45] показано, что степень толерантности к затоплению определяет уровень экспрессии *Sub1A*. На практике это означает, что для получения максимального эффекта устойчивости у гибридных растений оба родителя должны нести *Sub1A*. Более того, исследование аллельных вариантов гена *Sub1A* выявило существование устойчивой (*Sub1A-1*) и неустойчивой аллели (*Sub1A-2*) данного гена [46, 59]. Ген *Sub1A-1* был идентифицирован у *O. sativa* подвидов *indica*, а также у таких видов, как *O. rufipogon* и *O. nivara* [38]. Примечательно, что у культурных форм риса подвита *japonica* данный локус не представлен.

Переход от рассадной культуры к прямому севу семян обязывает создавать сорта, толерантные к затоплению на ранних этапах онтогенеза. Так, прежде несколько QTL устойчивости к анаэробному прорастанию было обнаружено на 5 и 11 хромосомах [27]. В другой работе на основе гибридной популяции, полученной при скрещивании линии IR64 и донора устойчивости Khao Hlan On (Мьянма),

были идентифицированы пять перспективных QTL, расположенных на 1 (*qAG-1-2*), 3 (*qAG-3-1*), 7 (*qAG-7-2*), и 9 (*qAG-9-1* и *qAG-9-2*) хромосомах [47]. При этом, как отмечают авторы, наиболее многообещающим для селекции является QTL, расположенный на длинном плече хромосомы 9 (*qAG-9-2* или AG1) и ассоциированный с локальной модуляцией уровня трегалоза-6-фосфата (T6P).

Еще один локус устойчивости к анаэробному прорастанию был обнаружен на коротком плече хромосомы 7 (*qAG7.1* или AG2) при исследовании популяции растений, полученных от скрещивания чувствительной линии IR42 и толерантного китайского ландрас сорта Ma-Zhan Red [48]. В работе [60] с использованием 5291 SNP-маркеров, а также анализа профилей экспрессии с устойчивостью к затоплению на стадии прорастания был ассоциирован ген *Nar.2*.

Идентификация генов, ответственных за удлинение междоузлий в ответ на затопление, была сделана в работах [21, 22, 23]. Используя потомство от скрещивания сорта Taichung 65 (T65) с умеренным ростом и сорта C9285, отличающегося интенсивным удлинением листьев и междоузлий при затоплении, исследователи первоначально определили 3 мажорных QTL, ассоциированных с признаком глубоководности. Среди них наибольшая эффективность была отмечена для локуса, расположенного на 12-ой хромосоме. Позиционное клонирование и функциональный анализ с использованием трансгенеза позволил выявить на этом участке гены *SNORKEL1* (*SK1*) и *SNORKEL2* (*SK2*), регулирующие ответ на глубоководное затопление. Глубоководный сорт C9285 обладал *SK1* и *SK2*, в то время как у неглубоководного T65 они отсутствовали. В ответ на глубоководное затопление высокий уровень экспрессии *SK*-генов отмечен в листовой пластине, листовом влагалище и базальной части стебля, включая узлы и междоузлия. Авторами также были созданы трансгенные растения, в которых *SK*-гены находились под управлением *OsAct1* промотора. Сверхпродукция *SK1* в таких растениях приводила к трехкратному удлинению междоузлий в сравнении с контролем, а *SK2* – к семикратному, даже в сухих условиях. Было показано, что *SK*-гены активируются этиленом и являются факторами транскрипции. При увеличении экспрессии *SK* наблюдается повышение содержания гиббереллиновой кислоты и снижение абсцизовой. Более того, во время удлинения междоузлий наблюдается увеличение уровня экспрессии экспансина, вовлеченного в размягчение клеточной стенки [8, 9, 32] и изменение ориентации микрофибрил целлюлозы [43]. Образование аэренхимы в междоузлиях происходит одновременно с их удлинением и усиливается этиленом [51]. Рост придаточных корней, которым предшествует отмирание эпидермальных клеток, покрывающих кор-

новые примордии, также активируется этиленом [52]. Как и в случае с *Sub1A*, гены *SK* в настоящее время были идентифицированы только у культурных форм *O. sativa* подвида *indica*.

Помимо основных локусов устойчивости к затоплению (см. выше) были идентифицированы также QTL с не столь явно выраженной фенотипической вариацией. Так, в одном из подробных исследований [54], с использованием FR13A и Jao Hom Nin в качестве доноров, выделили ряд QTL, расположенных на 1, 2, 5, 7, 10 и 11 группе сцепления. Мажорный QTL был идентифицирован на длинном плече хромосомы 1 [27]. В более раннем исследовании QTL, ассоциированные с устойчивостью, были показаны на хромосомах 6, 7, 11 и 12 [36]. Однако в данных работах использовались в основном маркеры полиморфизма длин амплифицированных фрагментов (AFLP), что затруднило точное определение положения QTL.

Маркерная селекция устойчивых к затоплению сортов риса. Вследствие стремительного развития новых методов молекулярной биологии появилась реальная возможность анализировать наследование признаков и свойств в их связи с конкретными последовательностями ДНК. Для такого нового подхода был введен термин – маркер-опосредованная селекция (Marker assisted selection, MAS) [41]. В настоящее время одним из наиболее широко используемых направлений MAS является маркер-ассоциированное беккроссирование (marker-assisted backcrossing, MABC). Основная цель MABC заключается в интрогрессии целевого гена (локуса) из агрономических нестандартных источников (родителей-доноров) в районированные элитные сорта. MABC значительно превосходит обычные беккроссирование по точности и эффективности [10].

Важным этапом в истории селекции риса на устойчивость к водному стрессу стала идентификация локуса *Submergence 1A* или *Sub1A*, который контролирует данный признак [58]. Полиморфизм последовательности ДНК как непосредственно в локусе, так и вокруг него позволил исследователям разработать и внедрить в селекционные программы информативные молекулярно-генетические маркеры, позволяющие контролировать перенос данного участка генома [37, 46, 58, 59]. Используя разработанные маркеры для интрогрессии *Sub1A* в существующие мега-сорта, селекционеры в кратчайшие сроки создали устойчивые формы риса без потери продуктивных и пищевых качеств [46, 49].

Так, ген устойчивости *Sub1A*, полученный от IR64, под контролем SSR маркера RM23805, был включен в восприимчивый сорт OM1490. Отличительной особенностью аллельного варианта локуса RM23805, наследуемого от устойчивого родителя IR64 (*Sub1A*), было наличие на электро-

фореграмме продукта амплификации молекулярной массой 230 п.о., тогда как аллель, полученный от восприимчивого OM1490, равен 240 п.о. Все линии с интрогрессированным *Sub1A* имели более высокий процент выживания в условиях стресса, чем исходная родительская форма [31].

В другой работе ген *Sub1A* был интрогрессирован в высокоурожайный индийский сорт Swarna. Селекционная схема выглядела следующим образом: вначале высокопродуктивный сорт Swarna был скрещен с донором локуса *Sub1A* – линией IR49830-7, затем F₁ растения снова скрестили со Swarna; из BC1F1 посредством индивидуального отбора были выделены растения, которые проанализировали на наличие донорской аллели с помощью маркерного локуса RM219, дистально фланкирующего локус *Sub1*. Отобранные растения проанализировали с использованием 23-х нецелевых SSR-маркеров и выделили образцы с наименьшим числом аллельных вариантов, характерных для генома донора (background selection). Ко второму поколению беккроссов применили ту же стратегию отбора отдельных растений с желаемой комбинацией аллелей в локусах-мишенях, включая отбор рекомбинантов между *Sub1* и ближайшим проксимальным маркерным локусом RM316. Результаты предложенной работы продемонстрировали возможность эффективного преобразования чувствительного мега-сорта без потери продуктивного потенциала в устойчивый к затоплению, в течение всего лишь трех возвратных скрещиваний [37].

Успешная интрогрессия локуса *Sub1A*, полученного из линии риса IR64, была произведена в популярный вьетнамский сорт риса AS996. При этом наследование *Sub1A* было подтверждено с помощью маркеров ART5 и SC3 [15]. Линия IR64-*Sub1* также была выбрана для интрогрессии локуса устойчивости в еще один элитный вьетнамский сорт Vachthom 7. Однако в этом случае наибольшую эффективность при контроле переноса искомого локуса проявили маркеры ART5 и RM23877 [33].

На сегодня ген *Sub1A* интрогрессирован в такие мега-сорта, как Samba Mahsuri и CR1009 (Индии), IR64 (Филиппин, IRRI), Thadokkham 1 или TDK1 (Лаоса), BR11 (Бангладеш). По результатам полевых испытаний все они показали более высокие значения выживаемости в условиях затопления, чем исходные родительские формы. При этом в нормальных условиях *Sub1A* не влиял на выражение других хозяйственно-ценных признаков [42, 45, 49].

Разработка высокопродуктивных сортов с интрогрессированным локусом устойчивости способствует дальнейшему включению *Sub1A* в новые селекционные формы. Это связано с тем, что родители-доноры уже хорошо адаптированы к местам культивирования и обладают многими желатель-

ными агрономическими признаками. Например, всего один беккросс был выполнен при получении сорта Ciherang-Sub1 с использованием в качестве донора родственного сорта IR64-Sub1 [44].

Маркерная селекция риса, толерантного к анаэробному прорастанию, началась с выявления локуса устойчивости *AG1* у сорта Khao Hlan On [5]. Интрогрессия QTL *AG1* была успешно произведена в такие азиатские сорта, как IR64, IR64-Sub, PSB Rc18-Sub1 и PSB Rc82. Ведутся работы по интрогрессии локуса *AG2*. При этом в качестве донора используют китайский традиционный сорт Ma-Zhan Red [48]. Исследование [53] было сосредоточено на переносе локуса *AG1* в сорт Ciherang, несущий ген *Sub1A*. Интрогрессия *AG1* и восстановление генома Ciherang были проведены в течение двух беккроссов с последующим самоопылением. Для контроля наследования *Sub1A* использовали SSR-маркеры RM8300 и ART5. Передачу *AG1*, в зависимости от популяции, к которой принадлежал донор, контролировали с использованием от двух до трех маркеров. Так, для популяции IR64-AG1c: IR93312-30-101-20-3-66-6-14 применили маркеры TPP_GE5 и HPP400_410_3, тогда как для IR64-AG1: IR93312-30-101-20-13-64-13 были использованы TPP_GE5, Drebups6bp и Drebds4bp. Отбор генетически сходных с Ciherang образцов из первого и второго поколений беккроссов проводили с помощью 26 SSR-маркеров, равномерно расположенных в геноме и выявляющих полиморфизм между IR64 и Ciherang. Интересно отметить, что большинство обнаруженных на сегодня мажорных QTL анаэробного прорастания получены от разных толерантных доноров, находятся в разных районах генома риса и при этом обладают аддитивным эффектом. В этой связи предполагается, что, в отличие от *Sub1A*, введение только одного QTL в сорта или линии риса не даст необходимого уровня толерантности к затоплению на стадии прорастания [41, 53]. В данном случае лучшей стратегией повышения толерантности к стрессу является пирамидирование QTL.

Совместная работа лаборатории молекулярной генетики Южного федерального университета и лаборатории селекции, семеноводства и технологии возделывания риса Донского аграрного центра позволила провести исследования информативности SSR-маркеров, ассоциированных с локусом устойчивости к затоплению *Sub1A*, с целью интрогрессии данного локуса в генотипы высокопродуктивных сортов отечественной селекции [1, 2, 3, 4]. В результате SSR-анализа образцов риса по 7 микросателлитным маркерам (RM 219, RM 316, RM 444, RM 464, RM 7481, RM 8303, RM 23877) было показано, что только RM 7481 дает специфические, хорошо воспроизводимые спек-

тры и является информативным в идентификации локуса *Sub1A*. Для оценки взаимосвязи наследования маркера RM 7481 и признака устойчивости к затоплению была проведена гибридизация между линиями – донорами локуса устойчивости BR-11, Inpara-3, CR-1009, TDK-1 и скороспелым российским сортом Новатор. По результатам ДНК-анализа гибридов F_2 выявлены образцы, несущие различные аллельные варианты *Sub1A* локуса. Оценка устойчивости к водному стрессу исследуемых гибридов риса и их родителей показала, что наиболее устойчивыми формами по показателю выживаемости были линии – доноры устойчивости и гибридные растения, несущие локус *Sub1A* в гомозиготном состоянии. В целом ДНК-анализ гибридных комбинаций риса F_2 , полученных на основе отечественного сорта Новатор и азиатских линий-доноров *Sub1A*, позволил идентифицировать 14 устойчивых образцов, гомозиготных по искомому локусу. Таким образом, в результате исследования SSR-маркеров, сцепленных с локусом устойчивости *Sub1A*, была показана высокая эффективность кодоминантного маркера RM 7481 для контроля передачи *Sub1A* QTL в сорта риса отечественной селекции [3].

Заключение

Следствием негативного воздействия среды на сельскохозяйственные культуры является снижение их урожайности [41]. Введение локусов устойчивости (QTL) в высокопродуктивные образцы, адаптированные к определенным агроклиматическим условиям, а также пирамидирование нескольких QTL в одном генотипе считается наиболее перспективным направлением в селекции сортов, устойчивых к абиотическим и биотическим стрессам [16, 25]. Применение специализированных ДНК-маркеров, ассоциированных с такой устойчивостью, обеспечивает четкий контроль наследования целевого локуса, что в итоге снижает временные и материальные затраты [30]. Как следствие, отбор с помощью ДНК-маркеров в настоящее время все чаще используют в качестве высокотехнологичного инструмента в реальных селекционных программах, в том числе и при создании риса, устойчивого к полному затоплению [10, 55, 56]. Тем не менее для решения проблем генетического маркирования селекционно-ценных признаков сельскохозяйственных культур необходима интеграция данных молекулярного генотипирования с данными классического анализа морфофизиологических признаков растений, как в лабораторных, так и в полевых экспериментах.

(Работа выполнена на оборудовании ЦКП «Высокие технологии» ЮФУ при поддержке гранта Президента Российской Федерации № МК-6123.2016.11).

ЛИТЕРАТУРА:

1. Азарин, К. В. Исследование SSR-маркеров устойчивости риса к длительному затоплению / К. В. Азарин, А. В. Усатов, М. С. Макаренко, П. И. Костылев, А. А. Ковалевич // Всероссийская конференции с международным участием «50 лет ВОГиС: успехи и перспективы», – 2016. – С. 66.
2. Азарин, К. В. Исследование линий риса с различной устойчивостью к полному затоплению / К. В. Азарин, А. В. Усатов, М. С. Макаренко, П. И. Костылев, А. Г. Федоренко // Годичное собрание общества физиологов растений России. Сигнальные системы растений: от рецептора до ответной реакции организма. – 2016. – С. 257.
3. Азарин, К. В. SSR-маркеры устойчивости риса к полному затоплению / К. В. Азарин, А. В. Усатов, П. И. Костылев, М. С. Макаренко, А. А. Ковалевич // *Зерновое хозяйство России*. – 2016. – Т. 4 (46). – С. 21-25.
4. Костылев, П. И. Перспективы использования устойчивого к длительному затоплению риса с геном sub1 в селекции российских сортов / П. И. Костылев, А. А. Редькин, Е. В. Краснова, А. В. Усатов, М. С. Макаренко // *Зерновое хозяйство России*. – 2014. – № 4. – 10 с.
5. Abdolhamid, S. QTLs associated with tolerance of flooding during germination in rice (*Oryza sativa* L.) / S. Abdolhamid, E. M. Septiningsih D. J. M. Abdelbagi M. Ismail // *Euphytica*, 2010. – V. 172. – P. 159–168.
6. Bailey-Serres, J. Submergence tolerant rice: SUB1's journey from landrace to modern cultivar / J Bailey-Serres, T. Fukao, P. Ronald, A. Ismail, S Heuer, D. Mackill // *Rice*. – 2010. – V. 5. – P. 138–147.
7. Bailey-Serres, J. Flooding stress: acclimations and genetic diversity / Bailey-Serres, J, Voeselek LACJ // *Annual Review of Plant Biology*. – 2008. – V. 5. – P. 313–339.
8. Cho, H. Expansins in deepwater rice internodes / Cho, H-, Kende H. // *Plant Physiol*. – 1997. – V. 113(4). – P. 1137-1143.
9. Cho, H. Expression of expansin genes is correlated with growth in deepwater rice / Cho, H-, Kende H. // *Plant Cell*. – 1997. – V. 9(9). – P. 1661-1671.
10. Collard, B. C. Marker-assisted selection: An approach for precision plant breeding in the twenty-first century / B. C. Collard and D. J. Mackill, // *Philo. Trans. B*. – 2008. – V. 363. – P. 557-572.
11. Colmer, T. D. Oxygen dynamics in submerged rice (*Oryza sativa*) / Colmer TD, Pedersen O. // *New Phytologist*. – 2008. – V. 5. – P. 326–334.
12. Colmer, T. D. Long-distance transport of gases in plants: a perspective on internal aeration and radial oxygen loss from roots // *Plant, Cell and Environment*. – 2003. – V. 5. – P. 17-36.
13. Colmer, T. D. Flooding tolerance: suites of plant traits in variable environments / T. D. Colmer, L. Voeselek // *Functional Plant Biology*. – 2009. – V. 5. – P. 665-681.
14. Coumou, D. A decade of weather extremes / Coumou, D., S. Rahmstorf // *Nat. Clim. Change*, 2012. – V. 2. – P. 491-96.
15. Cuc, L. M. Application of marker assisted backcrossing to introgress the submergence tolerance QTL SUB1 into the Vietnam elite rice variety-AS996 / L. M. Cuc, , L. T. N. Huyen, P. T. M. Hien, V. Hang, N. Q. Dam, P. T. Mui, V. D. Quang, A. M. Ismail, L. H. Ham // *Am J Plant Sci*. – 2012. – V. 3. – P. 528-536.
16. Das, P. Understanding salinity responses and adopting “omics-based” approaches to generate salinity tolerant cultivars of rice / P. Das, K. K. Nutan, S. L. Singla-Pareek and A. Pareek // *Frontiers Plant Sci*. – 2015. DOI: 10.3389/fpls.2015.00712.
17. Fukao, T. The submergence tolerance regulator sub1a mediates crosstalk between submergence and drought tolerance in rice / T. Fukao, El. Yeung, and J. Bailey-Serres // *The Plant Cell*. – 2011. – V. 23. – P. 412–427.
18. Fukao, T. Submergence tolerance conferred by Sub1A is mediated by SLR1 and SLRL1 restriction of gibberellin responses in rice / T. Fukao and J. Bailey-Serres // *PNAS*. – 2008. – V. 105 (43). – P. 16814–16819.
19. Fukao, T. A variable cluster of ethylene response factor-like genes regulates metabolic and developmental acclimation responses to submergence in rice / T. Fukao, K. Xu, P. C. Ronald, J. Bailey-Serres // *Plant Cell*. 2006. – V. 5. – P. 2021-2034.
20. Greenway, H. Conditions leading to high CO₂ (> 5 kPa) in waterlogged-flooded soils and possible effects on root growth and metabolism / Greenway H, Armstrong W, Colmer TD // *Annals of Botany*. 2006. – V. 5. – P. 9-32.
21. Hattori, Y. The ethylene response factors SNORKEL1 and SNORKEL2 allow rice to adapt to deep water / Hattori, Y, Nagai K, Furukawa S, Song XJ, Kawano R, Sakakibara H, Wu J, Matsuoka T, Yoshimura A, Kitano H, Matsuoka M, Mori H, Ashikari M. // *Nature*. – 2009. – V. 5. – P. 1026-1030.
22. Hattori, Y. A major QTL confers rapid internode elongation in response to water rise in deepwater rice / Y. Hattori, K. Miura, K. Asano, E. Yamamoto, H. Mori, H. Kitano et al. // *Breed Sci*. – 2007. – V. 57(4). – P. 305-314.
23. Hattori, Y. Mapping of three QTLs that regulate internode elongation in deepwater rice / Y. Hattori, K. Nagai, H. Mori, H. Kitano, M. Matsuoka, M. Ashikari // *Breed Sci*. – 2008. – V. 58(1). – P. 39-46.
24. Hattori, Y. Rice growth adapting to deepwater / Y. Hattori, K. Nagai, M. Ashikari // *Current Opinion in Plant Biology*. – 2011. – V. 5. – P. 100-105.
25. Hoang, T.M.L. Development of salinity tolerance in rice by constitutive-over expression of genes involved in the regulation of programmed cell death / T. M. L. Hoang, L. Moghaddam, B. Williams, H. Khanna and J. Dale et al.// *Frontiers Plant Sci*. – 2015. DOI: 10.3389/fpls.2015.00175
26. Jackson, M. B. Formation of aerenchyma and the processes of plant ventilation in relation to soil flooding and submergence / M. B. Jackson, W. Armstrong // *Plant Biology*. – 1999. – V. 5. – P. 274–287.
27. Jiang, L. Analysis of QTLs for seed low temperature germinability and anoxia germinability in rice (*Oryza sativa* L.) / L. Jiang, S. Liu, M. Hou, J. Tang, L. Chen, H. Zhai & J. Wan // *Field Crops Research*. –2006. – V. 98(1). – P. 68-75.

28. Jung, K.-H. The submergence tolerance regulator sub1a mediates stress-responsive expression of ap2/erf transcription factors / K.-H. Jung, Y.-S. Seo, H.Walia, P. Cao, T. Fukao, P. E. Canlas, F. Amonpant, J. Bailey-Serres, and P. C. Ronald // *Plant Physiology*. – 2010. – V. 152. – P. 1674-1692.
29. Khanh, T. D. Rapid and high-precision marker assisted backcrossing to introgress the SUB1 QTL into the Vietnamese elite rice variety / T. D. Khanh, L. H. Linh, T. H. Linh, L. H. Ham, T. D. Xuan // *J. Plant Bred. Crop. Sci.* – 2013. – V. 5. – P. 26-33.
30. Kumar, V. Genome-wide association mapping of salinity tolerance in rice (*Oryza sativa*) / V. Kumar, A. Singh, S. V. A. Mithra, S. L. Krishnamurthy and S. K. Parida et al., // *DNA Research: An Int. J. Rapid Pub. Reports Genes Genomes*. – 2015. – V. 22. – P. 133-145.
31. Lang, N. T. Marker-assisted backcrossing (mab) for rice submergence tolerance in Mekong delta / N. T. Lang, N. V. Tao, B. C. Buu // *Omonrice*. – 2011. – V. 18. – P. 11-21.
32. Lee, Y. Expression of β -expansins is correlated with internodal elongation in deepwater rice / Y. Lee, H. Kende // *Plant Physiol.* – 2001. – V. 127(2). – P. 645-654.
33. Linh, T.-H. Improving submergence tolerance of vietnamese rice cultivar by molecular breeding / T.-H. Linh, L.-H. Linh, D.-T. K. Cuc, L.-H. Ham and T.-D. Khanh // *J. Plant Breed. Genet.* – 2013. – V. 01 (03). – P. 157-168.
34. Mickelbart, M. V. Genetic mechanisms of abiotic stress tolerance that translate to crop yield stability / M. V. Mickelbart, P. M. Hasegawa and J. Bailey-Serres // *Nature Reviews Genetics*. – 2015. – P. 1-15.
35. Nagai, K. Stunt or elongate? Two opposite strategies by which rice adapts to floods / Nagai, K, Hattori Y, Ashikari M. // *Journal of Plant Research*. – 2010. – V. 5. – P. 303–309.
36. Nandi, S. Mapping QTLs for submergence tolerance in rice by AFLP analysis and selective genotyping / S. Nandi, P. K. Subudhi, D. Senadhira, N. L. Manigbas, S. Sen-Mandi, N. Huang // *Molecular and General Genetics*. – 1997. – V. 255. – P. 1–8.
37. Neeraja, C. N. A marker-assisted backcross approach for developing submergence-tolerant rice cultivars / C.N. Neeraja, R. Maghirang-Rodriguez, A. Pamplona, S. Heuer, B. C. Y. Collard, E. M. Septiningsih, G. Vergara, D. Sanchez, K. Xu, A. M. Ismail, D. J. Mackill // *Theor Appl Genet.* – 2007. – V. 115. – P. 767-776.
38. Niroula, R. K. SUB1A-dependent and -independent mechanisms are involved in the flooding tolerance of wild rice species / R. K. Niroula, C. Pucciariello, V. T. Ho, G. Novi, T. Fukao and P. Perata // *The Plant Journal*. – 2012. – V. 72. – P. 282-293.
39. Nishiuchi, S. Mechanisms for coping with submergence and waterlogging in rice / S. Nishiuchi, T. Yamauchi, H. Takahashi, L. Kotula, M. Nakazono // *Rice*. – 2012. – V. 5(1). – P. 2.
40. Pedersen, O. Surviving floods: leaf gas films improve O₂ and CO₂ exchange root aeration, and growth of completely submerged rice / O. Pedersen, S. M. Rich, T. D. Colmer // *Plant Journal*. – 2009. – V. 5. – P. 147-156.
41. Rao, G. J. N. Molecular breeding to improve plant resistance to abiotic stresses / Rao, G. J. N., Reddy, J. N., Variar, M., & Mahender, A.// *Advances in plant breeding strategies: Agronomic, abiotic and biotic stress traits*. – 2016. – P. 283-326.
42. Sarkar, R. K. Performance of submergence tolerant rice genotypes carrying the Sub1 QTL under stressed and non-stressed natural field conditions / R. K. Sarkar, D. Panda, J. N. Reddy, S. S. C. Patnaik, D. J. Mackill, and A. M. Ismail // *Indian Journal of Agricultural Science*. – 2009. – V. 79. – P. 876-883.
43. Sauter, M. Internodal elongation and orientation of cellulose microfibrils and microtubules in deepwater rice / M. Sauter, R.W. Seagull, H. Kende // *Planta*. – 1993. – V. 5. – P. 354-362.
44. Septiningsih, E. M. Accelerating the development of new submergence tolerant rice varieties: the case of Ciherang-Sub1 and PSB Rc18-Sub1 / E. M. Septiningsih, N. Hidayatun, D. L. Sanchez, Y. Nugraha, J. Carandang, A. M. Pamplona, B. Y. C. Collard, A. M. Ismail, and D. J. Mackill // *Euphytica*. – 2015. – V. 202. – P. 259-268.
45. Septiningsih, E. M. Development of submergence-tolerant rice cultivars: the Sub1 locus and beyond / E. M. Septiningsih, A. M. Pamplona, D. L. Sanchez, C. N. Neeraja, G. V. Vergara, S. Heuer, A. M. Ismail and D. J. Mackill // *Annals of Botany*. – 2009. – V. 103. – P. 151-160.
46. Septiningsih, E. M. Identifying novel QTLs for submergence tolerance in rice cultivars IR72 and Madabaru / E. M. Septiningsih, D. L. Sanchez, N. Singh, P. M. D. Sendon, A. M. Pamplona, S. Heuer, D. J. Mackill // *Theoretical and Applied Genetics*. – 2012. – V. 124. – P. 867-874.
47. Septiningsih, E. M. Anaerobic germination-tolerant plants and related materials and methods / E. M. Septiningsih, T. Kretzschmar. – 2015. – WO 2015087282 A1.
48. Septiningsih, E. M. QTL mapping and confirmation for tolerance of anaerobic conditions during germination derived from the rice landrace Ma-Zhan Red / Septiningsih, EM, Ignacio JCI, Sendon PMD, Sanchez DL, Ismail AM, Mackill DJ. // *Theor Appl Genet.* – 2013. – V. 126(5). – P. 1357-1366.
49. Singh, S. Responses of SUB1 rice introgression lines to submergence in the field: Yield and grain quality / S. Singh, D. J. Mackill, and A. M. Ismail // *Field Crops Research*. – 2009, – V. 113. – P. 12-23.
50. Singh, N. Molecular marker survey and expression analyses of the rice submergence-tolerance gene SUB1A / N. Singh, TTM Dang, G. V. Vergara, D. M. Pandey, D. Sanchez, C. N. Neeraja, E. M. Septiningsih, M. Mendiolo, E. M. Tecson-Mendoza, A. M. Ismail, D. J. Mackill, S. Heuer // *Theor Appl Genet.* – 2010. – V. 121(8). – P. 1441-53.
51. Steffens, B. Aerenchyma formation in the rice stem and its promotion by H₂O₂ / Steffens, B, Geske T, Sauter M. // *New Phytologist*, 2011. – V. 5. – P. 369–378.
52. Steffens, B. Interactions between ethylene, gibberellin and abscisic acid regulate emergence and growth rate of adventitious roots in deepwater rice / B. Steffens, J. Wang, M. Sauter // *Planta*. – 2006. – V. 5. – P. 604-612.

53. Toledo, A. Septiningsih Development of Improved Ciherang-Sub1 Having Tolerance to Anaerobic Germination Conditions / A. M.I.U. Toledo, J. C. I. Ignacio, C. Casal Jr., Z.J. Gonzaga, M. S. Mendiolo, E. M. Septiningsih // *Plant Breed. Biotech.* – 2015. – V. 3(2). – P. 77-87.
54. Toojinda, T. Molecular genetics of submergence tolerance in rice: QTL analysis of key traits / Toojinda, T, Siangliw M, Tragoonrun S. VanavichitA // *Annals of Botany.* – 2003. – V. 91. – P. 243- 253
55. Usatov, A. V. DNA-markers of sunflower resistance to the downy mildew (*Plasmopara Halstedii*) / A. V. Usatov, A. I. Klimenko, K. V. Azarin, O. F. Gorbachenko, N. V. Markin, V. E. Tikhobaeva, Yu. A. Kolosov, O. A. Usatova, S. Yu. Bakoev, S. Yu. Bibov, M.Yu. Getmantseva // *American Journal of Biochemistry and Biotechnology.* – 2014. – V. 10 (2). – P. 136-140.
56. Usatov, A. V. Introgression the SalTol QTL into the Elite Rice Variety of Russia by Marker-Assisted Selection / A. V. Usatov, P. I. Alabushev, K. V. Kostylev, M. S. Azarin, Makarenko and O. A. Usatova // *American Journal of Agricultural and Biological Sciences.* – 2015. – V. 10(4). – P. 165-169.
57. Winkel, A. Leaf gas films of *Spartina anglica* enhance rhizome and root oxygen during tidal submergence / A. Winkel, T. D. Colmer, O. Pedersen // *Plant, Cell and Environment.* – 2011. – V. 5. – P. 2083-2092.
58. Xu, K. Sub1A is an ethylene response factor-like gene that confers submergence tolerance to rice / K. Xu, X. Xia, T. Fukao, P. Canlas, R. Maghirang-Rodriguez, S. Heuer, A. I. Ismail, J. Bailey-Serres, P. C. Ronald, D. J. Mackill // *Nature.* – 2006. – V. 442. – P. 705-708.
59. Xu, K. A major locus for submergence tolerance mapped on rice chromosome 9 / K. Xu, D. J. Mackill // *Molecular Breeding.* – 1996. – V. 5. – P. 219-224.
60. Zhang, M. Association mapping reveals novel genetic loci contributing to flooding tolerance during germination in indica rice / M. Zhang, Q. Lu, W. Wu, X. Niu, C. Wang, Y. Feng, X. Wei, // *Frontiers in Plant Science.* – 2017. – P. 1-11

Кирилл Витальевич Азарин

E-mail: azkir@rambler.ru,

Kirill V. Azarin,**Александр Вячеславович Усатов**

E-mail: usatova@mail.ru,

Академия биологии и биотехнологии, Южный федеральный университет,
 Просп. Стачки, 194, Ростов-на-Дону, 344090,
 Россия,

Alexander V. Usatov

Professor,

Academy of Biology and Biotechnology, Southern
 Federal University,
 194/1 Stachki prospect, 344090, Rostov-on-Don,
 Russia

Павел Иванович Костылев

Зав. лабораторией селекции и семеноводства риса

E-mail: p-kostylev@mail.ru,

ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,
 Научный городок, 3, г. Зерноград, Ростовская обл.,
 347740, Россия

Pavel I. Kostylev

Head Laboratory of Rice Selection and Seed Growing,
 FSBSI Agrarian Scientific Center “Donskoy”,
 3 Nauchny Gorodok, Zernograd, Rostov Region,
 347740, Russia

УДК: 57.084.2:58.01/.07:631.174:631.559:631.582:631.95:633.18

В. В. Ладатко,
г. Краснодар, Россия**СОДЕРЖАНИЕ В ПОЧВЕ ПОДВИЖНЫХ СОЕДИНЕНИЙ АЗОТА
И УРОЖАЙНОСТЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР
В СИСТЕМЕ РИСОВОГО СЕВООБОРОТА**

Определено содержание подвижных соединений азота в 10 почвенных образцах по полям севооборота в рисосеющем хозяйстве ФГУ ЭСП «Красное». Установлено, что в почве под суходольными культурами осенью в результате потребления аммонийного азота растениями его содержание может значительно уменьшаться. Была также отмечена повышенная концентрация NH_4^+ весной (более чем в 8 раз в некоторых почвенных образцах) под рисом по пласту многолетних трав, которая обусловлена минерализацией высокобелковых растительных остатков.

Существенной разницы по содержанию аммонийного азота в почве под рисом и суходольными культурами в годы исследований не обнаружено. Установлено, что количество нитратов в почве уменьшается при затоплении рисовых чеков и увеличивается при введении в севооборот многолетних трав.

Проведенный сравнительный анализ результатов исследований показал, что выращивание многолетних трав в севообороте способствует повышению урожайности риса с последующим его уменьшением после нескольких лет непрерывного выращивания риса.

Ключевые слова: рисовая оросительная система, севооборот, почвы, аммонийный азот, нитраты, урожайность, рис, люцерна, ячмень, соя.

**CONTENT OF MOBILE NITROGEN COMPOUNDS IN THE SOIL AND THE YIELD
OF AGRICULTURAL CROPS IN THE SYSTEM OF RICE CROP ROTATION**

The content of mobile nitrogen compounds in 10 soil samples from crop rotation fields in the rice farm of the Federal State Unitary Enterprise "Krasnoe" was determined. It was found that in the soil under upland crops in autumn, as a result of consumption of ammonium nitrogen by plants, its content can significantly decrease. An increased concentration of NH_4^+ in spring (more than 8 times in some soil samples) was also observed in rice over a layer of perennial grasses, which is caused by the mineralization of high-protein plant residues.

There was no significant difference in the content of ammonium nitrogen in the soil under rice and upland crops. It is found that the amount of nitrates in the soil decreases with the flooding of rice checks and increases with the introduction of perennial grasses into crop rotation.

A comparative analysis of the results of research has shown that growing perennial grasses in a crop rotation contributes to an increase in rice yield with a subsequent reduction after several years of continuous rice cultivation.

Key words: rice irrigation system, crop rotation, soils, ammonium nitrogen, nitrates, yield, rice, alfalfa, barley, soya.

Введение

Как известно, важным элементом технологии сельскохозяйственного производства является применение минеральных и органических удобрений, средств защиты растений, которое приводит, с одной стороны, к увеличению урожайности сельскохозяйственных культур, а с другой, – повышает хемогенную нагрузку на окружающую среду и может привести к накоплению токсичных соединений [7].

В переувлажненных почвах идут процессы, сопровождающиеся уменьшением количества подвижного азота: потребление азота рисом и сорными растениями, а также поглощение его микроорганизмами и почвенной фауной. Потери азота

из почвы возможны в результате денитрификации, улетучивания аммиака, образования молекулярного азота при химическом взаимодействии азотистой кислоты с аммиаком и органическим веществом, вымывания нитратов с фильтрационными и сбросными водами [11].

Цель исследования

Оценить в условиях рисосеющего хозяйства влияние системы удобрения в севообороте на урожайность культур и антропогенную нагрузку на окружающую среду.

Материалы и методы

Исследования проводили в производственных полях ФГУ ЭСП «Красное» Красноармейского рай-

она Краснодарского края на лугово-черноземных почвах. Точки сети мониторинга почв располагались по полям севооборота (рис, промежуточные и сопутствующие культуры) (табл. 1).

Подвижные соединения азота определяли в свежих образцах почвы. Нитраты – в водной вытяжке по методу Гранваль-Ляжу [3] и аммонийный азот – в вытяжке КСl с фенолятигипохлоритным окрашиванием [9].

Отбор образцов почвы проводили методом конверта два раза в год – весной и осенью (после уборки риса) (рис. 1).

В качестве фонового (контрольного) участка был взят заповедный участок Красный лес, распо-

ложенный на окраине рисовой системы (образцы почв отбирались в начале исследования в 2008 г. и в конце – в 2010 г.).

Результаты исследований

В 2008 году после уборки риса концентрация NH₄⁺ в почве несколько увеличилась (за исключением к. 10 ч. 2, на котором рис выращивался после многолетних трав), составляя от 1,12 до 1,89 мг/100 г (табл. 2). В почве, используемой под суходольные культуры (к. 15 ч. 4, к. 16, к. 19 ч. 4, к. 20 ч. 4, к. 23, к. 35 ч. 2), содержание аммонийного азота в начале вегетационного периода варьировало от 0,35 до 0,97 мг/100 г, а в осенний отбор его содержание также увеличилось в среднем в 2 раза (1,00 – 2,01 мг/100 г).

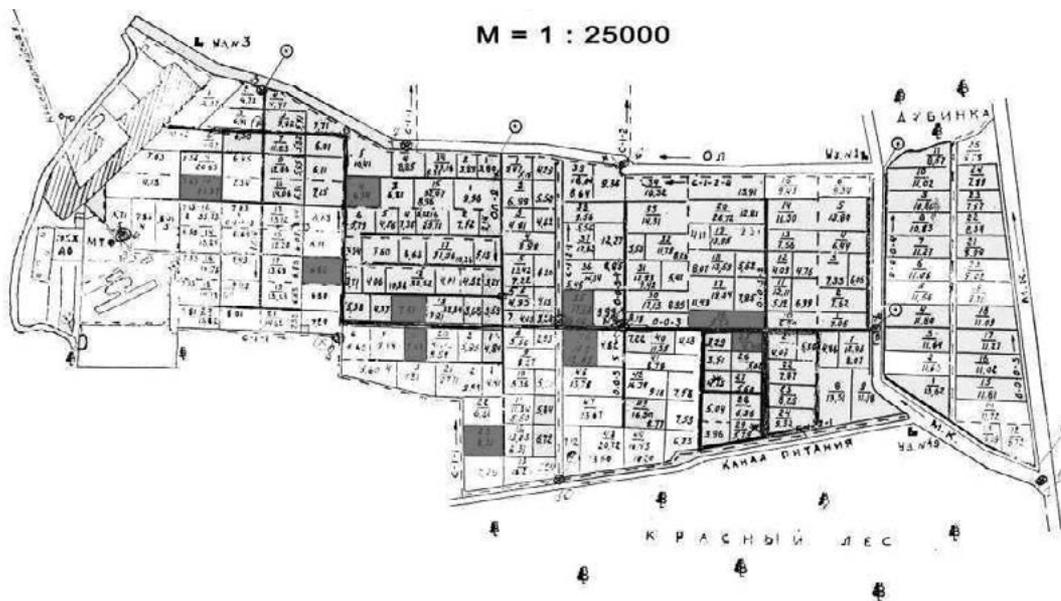


Рисунок 1. Точки отбора почвенных образцов на рисовой оросительной системе хозяйства

Таблица 1. Севооборот на РОС хозяйства за 2008-2010 гг.

Поле	Севооборот по годам		
	2008	2009	2010
к. 20 ч. 4	Многолетние травы 1 года	Многолетние травы 2 года (люцерна)	Рис по пласту многолетних трав
к. 23	Занятой пар (соя)	Занятой пар (озимый ячмень)	Рис 1 года
к. 16	Многолетние травы 1 года	Многолетние травы 2 года (люцерна)	Рис по пласту многолетних трав
к. 17 ч. 2	Рис 2 года	Многолетние травы 1 года (люцерна)	Многолетние травы 2 года (люцерна)
к. 10 ч. 2	Рис по пласту многолетних трав	Рис по обороту пласта	Рис по рису 3 год
к. 19 ч. 4	Занятой пар (озимый ячмень)	Рис 1 года после занятого пара	Рис 2 года
к. 35 ч. 2	Многолетние травы 2 года (люцерна)	Рис по пласту многолетних трав	Рис по обороту пласта
к. 25 ч. 1	Рис по пласту многолетних трав	Рис по обороту пласта	Рис по рису 3 год
к. 45 ч. 2	Рис 1 года после занятого пара	Рис 2 года	Многолетние травы 1 года
к. 15 ч. 4	Многолетние травы 2 года (люцерна)	Рис по пласту многолетних трав	Рис по обороту пласта

Таблица 2. Сезонные изменения содержания аммонийного азота в почвенных объектах РОС, мг/100 г

Вариант	2008		2009		2010	
	весна	осень	весна	осень	весна	осень
к. 20 ч. 4	0,47	1,64	1,42	0,50	0,14	0,31
к. 23	0,91	1,03	0,84	0,33	0,07	0,15
к. 16	0,35	1,42	1,05	0,51	0,08	0,36
к. 17 ч. 2	0,27	1,75	2,73	0,50	1,00	0,40
к. 10 ч. 2	7,07	1,12	1,29	0,62	0,09	0,10
к. 19 ч. 4	0,42	1,00	1,32	0,41	0,07	0,19
к. 35 ч. 2	0,97	2,01	1,02	0,04	0,86	0,54
к. 25 ч. 1	0,24	1,53	1,09	0,60	0,03	1,90
к. 45 ч. 2	1,42	1,89	1,29	0,40	0,05	0,19
к. 15 ч. 4	0,66	1,40	3,75	0,49	0,04	0,34
\bar{x}	1,28	1,48	1,58	0,44	0,24	0,45
$\pm S_{\bar{x}}$	0,65	0,11	0,29	0,05	0,12	0,17
$\pm s$	2,07	0,35	0,92	0,17	0,36	0,53

В 2008 году отмечалась повышенная концентрация NH_4^+ в почве весной (7,07 мг/100 г) под рисом, выращиваемом по пласту многолетних трав (табл. 2). Это обусловлено накоплением в почве большого количества высокобелковых растительных остатков после бобовых предшественников, в результате разложения которых происходит высвобождение минерального азота [10].

Увеличение содержания аммонийного азота осенью в почвах под суходольными культурами, вероятно, связано с минерализацией органических остатков, а в почвах под рисом – с тем, что при анаэробных процессах в затопленной почве азотистые соединения сохраняются в форме аммиака, который прочно адсорбируется на поверхности почвенных коллоидов, тогда как нитраты быстро вымываются [5].

В 2009 году в почвах под рисом концентрация аммонийного азота снизилась в 2-3 раза до 0,04-0,62 мг/100 г. Это можно объяснить тем, что аммоний, с одной стороны, поглощается рисом, а с другой, – окисляется до нитратов после сброса воды с полей [2]. Уменьшение содержания аммонийного азота в почве может происходить в результате биологического связывания минерального обменно-поглощенного азота и частичного его перехода в необменное состояние [8].

В почве под суходольными культурами содержание аммонийного азота весной составляло 0,84-2,73 мг/100 г, а к осени в результате потребления его растениями оно уменьшилось (0,33-0,51 мг/100 г).

Содержание аммонийного азота в почве весной 2010 года варьировало от 0,03 до 1,00 мг/100 г. Такие низкие по сравнению с предыдущими годами значения обусловлены тем, что почва была отобрана в апреле до внесения удобрений, которые вносятся в

основном в аммонийной форме. Максимальная концентрация NH_4^+ обнаружена в почве после двухлетнего произрастания многолетних трав (к.17 ч.2).

Питательные вещества вымываются из почвы с различной интенсивностью, при этом наиболее сильно вымываются нитраты [6]. В связи с этим вероятность загрязнения почвы и водных объектов нитратами наиболее высока.

В почве под суходольными культурами содержание NO_3^- к осени увеличивалось (табл. 3), что связано с усилением деятельности нитрифицирующих бактерий, в результате которой аммонийный азот превращается в нитраты. Однако в почве, отобранной на картах 15 и 35, большее содержание нитратов было обнаружено именно весной, что объясняется накоплением азота в результате возделывания многолетних трав.

В 2008 году в среднем по всем точкам отбора содержание нитратов к осени практически не снизилось.

В 2009 году в почвах под рисом содержание нитратов к концу вегетации уменьшилось в среднем по точкам отбора на 66,4%, составив 0,48-0,68 мг/100 г. Примерно на столько же (62,9%) снизилось содержание NO_3^- в почве под суходольными культурами (к. 16, к. 17 ч. 2, к. 20 ч. 4, к. 23), однако в абсолютном выражении оно было выше, чем в почвах под рисом, составляя 1,48-1,75 мг/100 г.

Процесс нитрификации и накопления нитратов происходит в условиях преобладания окислительных условий. Ухудшение аэрированности почв при переувлажнении вследствие поверхностного затопления или поднятия грунтовых вод вызывает развитие процесса денитрификации (переход нитратов в нитриты) [4]. Перед посевом в результате окислительных реакций содержание нитратов в почве под рисом было больше, чем осенью.

Таблица 3. Динамика содержания нитратов в почвенных объектах РОС, мг/100 г

Вариант	2008		2009		2010	
	весна	осень	весна	осень	весна	осень
к. 20 ч. 4	1,41	2,48	6,24	1,71	1,19	1,10
к. 23	0,68	4,33	0,75	1,48	1,46	1,11
к. 16	1,08	1,74	6,24	1,55	1,40	1,13
к. 17 ч. 2	0,66	1,20	4,26	1,75	3,16	2,55
к. 10 ч. 2	0,46	0,59	1,26	0,60	1,15	3,00
к. 19 ч. 4	1,90	2,21	2,11	0,48	0,97	0,80
к. 35 ч. 2	2,52	0,19	0,68	0,64	0,83	1,36
к. 25 ч. 1	3,18	0,12	1,87	0,50	1,27	4,81
к. 45 ч. 2	0,42	0,12	2,81	0,68	0,71	2,01
к. 15 ч. 4	1,83	0,77	1,77	0,63	1,29	1,05
\bar{x}	1,41	1,38	2,80	1,00	1,34	1,89
$\pm S_{\bar{x}}$	0,30	0,43	0,66	0,17	0,22	0,397
$\pm s$	0,94	1,35	2,09	0,54	0,68	1,26

Тенденция к уменьшению содержания нитратов в период весна–осень была отмечена и в 2010 году. Снижение концентрации ионов NO_3^- связано также с вымыванием их поливными и фильтрационными водами. Уменьшение содержания нитратов после уборки риса отчасти обусловлено иммобилизацией их в результате потребления микроорганизмами в процессе разложения растительных остатков, таких, как рисовая солома.

В 2009 году почва под люцерной (к. 20, 16, 17) характеризовалась более высоким содержанием нитратов по сравнению с почвой под другими культурами, что обусловлено накоплением органического вещества в результате выращивания многолетних трав и обогащения почвы азотом в процессе симбиотической азотфиксации.

Уменьшение концентрации нитратов в почве под многолетними травами, по всей вероятности, связано с интенсивным потреблением их произрастающими на этих полях культурами.

В 2009 году содержание нитратов уменьшилось к осени почти в 3 раза. В 2010 году на поле с люцерной 1 года (к.45 ч.2) произошло увеличение содержания нитратов к осени, то есть за период ее вегетации произошло накопление органического вещества. По той же причине самым высоким содержанием нитратов весной характеризовалась почва под люцерной 2 года (к.17 ч.2).

Превышения ПДК (13 мг/100 г) по содержанию нитратов не было отмечено в почве полей рисового севооборота, что показывает достаточно эффективное внесение азотных удобрений, которое обеспечивает растения необходимым количеством питательных элементов, не оказывая негативного воздействия на окружающую среду.

При сравнении данных урожайности (табл. 4) и севооборота заметно, что выращивание многолетних трав в севообороте способствует повышению урожайности риса с последующим его уменьшением после нескольких лет непрерывного выращивания риса (к.23, к.15 ч.4), тогда как после занятого пара такая корреляция не наблюдается.

По результатам исследований, приведенных в

таблице 2, видно, что весной в почве карты 10 чек 2 в 2008 году было довольно большое содержание аммонийного азота (7,07 мг/100 г), это соответствует более высокой цифре урожайности (72,9 ц/га) по сравнению с последующими годами исследования.

Отмечается корреляция между урожайностью риса по пласту многолетних трав в 2009 году (88,6 ц/га) и повышенным содержанием аммония (3,75 мг/100 г). В 2008 году на карте 35 чек 2, где произрастали многолетние травы, видна корреляция между повышенным урожаем (260 ц/га) и увеличением содержания аммонийного азота в два раза к осени. Хорошо прослеживается связь между выращиванием, например, многолетних трав и повышением урожайности риса после их выращивания и содержанием аммонийного азота.

Исходя из сравнительных результатов (табл. 3 и 4) содержания нитратов и урожайности на исследуемых участках, в 2008 году отмечалось повышенное содержание нитратов в почве карты 23 после выращивания сои, которая является источником азотных соединений. После многолетних трав также отмечалось увеличение содержания нитратов (в 2009 году к.20 ч.4 и к.16).

На фоновом участке наблюдалась высокая концентрация нитратов в почве рисовой оросительной системы, а содержание NH_4^+ в годы исследований лишь незначительно превышало его значение в почве РОС.

Выводы

– Установлено, что существенной разницы по содержанию аммонийного азота в почве под рисом и суходольными культурами в годы исследований не выявлено;

– Содержание нитратов под суходольными культурами было выше, чем под рисом;

– Количество нитратов в почве уменьшается при затоплении рисовых чеков и увеличивается при введении в севооборот многолетних трав;

– Выращивание многолетних трав в рисовом севообороте способствует повышению содержания азотных соединений в почве и урожайности культур.

Таблица 4. Урожайность культур по полям севооборота на РОС хозяйства за 2008-2010 гг., ц/га

Вариант	2008		2009		2010	
	культура	урожайность	культура	урожайность	культура	урожайность
к. 20 ч. 4	мн.травы	102,0	мн.травы	261,0	рис	76,1
к. 23	соя	24,0	оз.пшеница	45,0	рис	60,9
к. 16	мн.травы	108,0	мн.травы	259,0	рис	77,2
к. 17 ч. 2	рис	55,5	мн.травы	105,0	мн.травы	256,0
к. 10 ч. 2	рис	72,9	рис	63,3	рис	69,0
к. 19 ч. 4	оз.ячмень	48,0	рис	73,3	рис	62,8
к. 35 ч. 2	мн.травы	260,0	рис	73,2	рис	53,7
к. 25 ч. 1	рис	71,5	рис	62,0	рис	65,6
к. 45 ч. 2	рис	61,6	рис	63,1	мн.травы	108,0
к. 15 ч. 4	мн.травы	253	рис	88,6	рис	67,1

ЛИТЕРАТУРА:

1. Агрохимические методы исследования почв / под. ред. А. В. Соколова. – М.: Наука, 1975. – 656 с.
2. Алешин, Е. П. Минеральное питание риса / Е. П. Алешин, А. П. Сметанин. – Краснодар, 1965. – 208 с.
3. Аринушкина, Е. В. Руководство по химическому анализу почв / Е. В. Аринушкина. – М.: МГУ, 1961. – 492 с.
4. Бочко, Т. Ф. Окислительно-восстановительные процессы в почвах рисовых полей Кубани / Т. Ф. Бочко, К. М. Авакян, А. Х. Шеуджен [и др.] – Майкоп: ГУРИПП «Адыгея», 2002. – 52 с.
5. Гольфанд, Б. И. Формы азота в лугово-черноземовидных почвах Кубани / Б. И. Гольфанд // Бюл. НТИ ВНИИ риса. – Краснодар, 1972. – Вып. 8. – С. 87-89.
6. Кудеяров, В. Н. Минеральные удобрения и окружающая среда / В. Н. Кудеяров // Экология и земледелие. – М.: Наука, 1980. – С. 145-154.
7. Кутузова, А. А. Экологические проблемы при интенсивном применении средств химизации в луговодстве / А. А. Кутузова // Экологические проблемы химизации в интенсивном земледелии: труды ВИУА. – М., 1990. – С. 99-103.
8. Неунылов, Б. А. Повышение плодородия почв рисовых полей Дальнего Востока / Б. А. Неунылов. – Владивосток: Приморское книжное издательство, 1961. – 240 с.
9. Рябцова, С. А. Методические указания для агрохимического обследования и анализа длительно затопляемых почв / С. А. Рябцова, В. Н. Чижиков, Т. Ф. Бочко [и др.]. – Краснодар, 2007. – 56 с.
10. Шеуджен, А. Х. Агрохимия. Ч. 5. Прикладная агрохимия: учеб. Пособие / А. Х. Шеуджен. – Майкоп: ООО «Полиграф-ЮГ», 2017. – 860 с.
11. Шеуджен, А. Х. Влияние микроэлементов на урожайность риса / А. Х. Шеуджен, В. Т. Рымарь, О. А. Досеева [и др.] // Агрохимия. – 1991. – № 1. – С. 96-100.

Валерия Владиславовна Ладатко

Эколог

E-mail: lerakol@rambler.ru

Valeria V. Ladatko

Ecologist

ФГБНУ «ВНИИ риса»

Белозерный, 3, Краснодар, 350921, Россия

E-mail: arrri_kub@mail.ru

FSBSI «ARRRI»,

3 Belozerny, Krasnodar, 350921, Russia

УДК: 631.6:631.67:633.18: 574

Н. Н. Малышева, канд. с.-х. наук,**С. Н. Якуба**, канд. техн. наук,

г. Краснодар, Россия

РАЗВИТИЕ МЕЛИОРАЦИИ НА КУБАНИ И РАЦИОНАЛЬНОЕ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИ ОРОШЕНИИ РИСА

Проведен анализ ситуации, сложившейся в мелиоративном комплексе Краснодарского края. Показано, что за последние пять лет площадь орошаемых участков под сельскохозяйственными культурами увеличилась на 25 тыс. га, построено 20 насосных станций, проложено более 335,0 км трубопроводов, приобретено 213 единиц высокотехнологичных дождевальных машин, на площади 250 га смонтировано оборудование для капельного орошения.

Отмечено, что основным источником воды для орошения является р. Кубань с годовым стоком в Краснодарское водохранилище порядка 13,0 млрд м³, которое обслуживает 211,1 тыс. га орошаемых площадей. Ежегодно из всех источников орошения для нужд сельского хозяйства забирается около 4,0 млрд м³, в том числе 3,2 млрд м³ – из бассейна р. Кубани и порядка 400-500 млн м³ – повторных вод. Суммарная подача воды для орошения риса составляет в среднем по годам 2,5 млрд м³, нерисовых культур (технические, овощные и плодовые) – 115,1 млн м³.

Выявлено, что в последние годы наблюдается дефицит воды для орошения риса и других сель-

хозкультур в период вегетации. На примере маловодных лет (2003 г., 2013 г.) показано, что в течение периода вегетации (май–август) приток воды в Краснодарское водохранилище составил 3,2 млрд м³ в 2003 году и 4,2 млрд м³ – в 2013 году и был ниже средних значений за последние 20 лет на 3,0 млрд м³ и 2,0 млрд м³ соответственно. Отмечено, что введение графиков водооборота между головными водозаборами в маловодные годы позволяет экономить от 350 млн м³ до 750 млн м³ оросительной воды и способствует сохранению урожая.

Анализ оросительной нормы риса в разрезе мелиоративных систем Краснодарского края показал, что за последние 15 лет этот показатель в среднем составляет 19,2 тыс. м³/га, превышая проектное значение на 2,8 тыс. м³/га, что в целом способствует увеличению водоподачи на посевах культуры.

Выявлено, что в последние годы наблюдается перерасход воды для полива риса от плановых показателей с 2,5 тыс. м³ в 2012 году до 45,0 тыс. м³ в 2016 году, что влечет дополнительные затраты на электроэнергию для ее подачи и отведения.

Показана динамика увеличения объемов проведения капитальной планировки рисовых чеков в Краснодарском крае с 1,0 тыс. в 2007 г. до 23,4 тыс. га в 2017 г. Выявлена тесная корреляционная зависимость между общим объемом воды для орошения риса, площадью капитальной планировки чеков ($r=0,8$) и оросительной нормой ($r=0,68$), средняя – с урожайностью ($r=0,49$) культуры, что указывает на целесообразность проведения этого агроприема с целью экономии водных ресурсов и повышения объемов производства зерна.

Основной путь экономии оросительной воды заключается в выполнении комплекса агро-мелиоративных мероприятий, составлении корректных планов водопользования, строгом соблюдении оптимального режима орошения рисового поля, содержании оросительных и сбросных каналов в чистоте от сорняков, использовании сбросных вод для повторного орошения.

Ключевые слова: рис, мелиорация, оросительная норма, водоподача, оросительная система, водные ресурсы, водопользование, технологический регламент, агро-мелиоративные мероприятия.

DEVELOPMENT OF MELIORATION IN KUBAN AND RATIONAL WATER USE IN IRRIGATION OF RICE

An analysis of the situation in the meliorative complex of Krasnodar region was carried out. It is shown that for the last five years the area of irrigated areas under agricultural crops has increased by 25 thousand hectares, 20 pump stations have been built, more than 335.0 km of pipelines have been laid, 213 units of high-tech sprinklers have been purchased, and equipment for drip irrigation has been installed on an area of 250 hectares.

It is noted that the main source of water for irrigation is Kuban river with an annual runoff to Krasnodar reservoir of about 13.0 billion m³ of water, to which 211.1 thousand hectares of irrigated areas are suspended. Annually from all sources of irrigation for the needs of agriculture about 4.0 billion m³ is taken, including 3.2 billion m³ from the basin of the river. Kuban and about 400-500 million m³ of re-water. The total supply of water for irrigation of rice is 2.5 billion cubic meters on average, and non-rice crops (technical, vegetable and fruit crops) are 115.1 million m³.

It has been revealed that in recent years there has been a shortage of water for irrigation of rice and other crops during the growing season. The example of low water years (2003, 2013) shows that during the vegetation period (May-August), the inflow of water to the Krasnodar reservoir amounted to 3.2 billion m³ in 2003 and 4.2 billion m³ in 2013 and was below the average for the past 20 years by 3.0 billion m³ and 2.0 billion m³, respectively. It is noted that the introduction of water flow schedules between head intakes in low-water years allows saving from 350 million m³ to 750 million m³ of irrigation water and contributes to the preservation of the crop.

An analysis of rice irrigation rate in the context of irrigation systems of Krasnodar region showed that over the last 15 years this figure averages 19.2 thousand m³ / ha, exceeding the design value by 2.8 thousand m³ / ha, which generally contributes to increasing water supply on crops.

The increase in water overruns for rice irrigation from planned targets was detected on average by 17 million m³ per year, which entails additional costs for electricity for its supply and disposal.

The growth of the volume of capital planning of rice fields in Krasnodar region from 1.0 thousand in 2007 to 23.4 thousand hectares in 2017 is shown. A close correlation between the total volume of water

for rice irrigation and the area of the capital planning of fields ($r = 0,8$), irrigation norm ($r = 0,68$) and productivity ($r = 0,49$) of the crop was found, which indicates the expediency of carrying out this agro-practice in order to save water resources and increase productivity of rice.

The main way to save irrigation water is to implement a set of agro-meliorative measures, draw up correct water use plans, strictly observe the optimal irrigation regime of the rice field, keep irrigation and discharge channels clean from weeds, and use waste water for re-irrigation.

Key words: rice, irrigation, irrigation norm, water supply, irrigation system, water resources, water use, technological regulations, agro-meliorative measures.

Введение

Краснодарский край занимает ведущие позиции в России по производству сельскохозяйственной продукции и вносит существенный вклад в продовольственную безопасность страны. Тем не менее, несмотря на благоприятные почвенно-климатические условия, регион является зоной рискованного земледелия. Один из факторов риска – дефицит влаги в период вегетации сельскохозяйственных культур. Количество осадков, выпадающих на территории края, очень неравномерно. В равнинной зоне за год выпадает от 400 до 600 мм, в предгорье – 700-800 мм, в горах – до 2000 мм [10].

Учитывая сложность получения гарантированных урожаев сельскохозяйственных культур, а также необходимость введения в оборот мало-пригодных земель, подверженных засолению, подтоплению, деградационным процессам, в 60–80-е годы прошлого столетия в Краснодарском крае создан мощный мелиоративный комплекс, являющийся важнейшей ресурсной составляющей агропромышленного комплекса Кубани. Ирригированный фонд достиг к 1985 году 473 тыс. га, из которых 262 тыс. га составляли рисовые оросительные системы [4, 6, 7].

Цель и задачи исследований

Одним из важнейших факторов дальнейшего развития мелиорации в Краснодарском крае является повышение эффективности отрасли посредством рационального водопользования, увеличения площади орошаемых земель, повышения объемов производства продукции растениеводства, сохранения плодородия земель сельскохозяйственного назначения.

Поэтому целью исследований является анализ ситуации, сложившейся в мелиоративном комплексе Краснодарского края, и выявление системы рационального водопользования для обеспечения посевов риса и других сельскохозяйственных культур оросительной водой в требуемом объеме.

Для достижения указанной цели были поставлены следующие задачи:

- провести оценку текущего состояния мелиоративного комплекса Краснодарского края;
- осуществить анализ эффективности мер государственной поддержки мелиорации;

- установить потребность в водных ресурсах для бесперебойного обеспечения водой посевов сельскохозяйственных культур;

- провести анализ использования оросительной воды для полива риса;

- выявить мероприятия, способствующие эффективному функционированию оросительных систем в Краснодарском крае.

Материал и методы

В работе использованы формы технической отчетности ФГБУ «Управление «Кубаньмелиоводхоз»: 1-Полив, 1-ВХ, полученные согласно ГОСТ Р 51657.2-200; ГОСТ Р 51657.1-2000; ГОСТ 8.326-89; ГОСТ 15528-86; МИ 1759-87; МВИ-05-09, Приказа Минприроды России от 8 июля 2009 г. № 205 «Об утверждении Порядка ведения собственниками водных объектов и водопользователями учета объема забора (изъятия) водных ресурсов из водных объектов и объема сброса сточных вод и (или) дренажных вод, их качества» и другой нормативно-технической и методической документации; Кубанского бассейнового водного управления; государственной программы Краснодарского края «Развитие сельского хозяйства и регулирование рынков сырья и продовольствия». Анализ данных проводился с использованием статистических программных пакетов.

Результаты и обсуждение

В настоящее время, по данным Росреестра по Краснодарскому краю, на 01.01.2017 г. из 3,7 млн га пашни орошаемые земли в регионе составляют 386,4 тыс. га, из которых рисовые системы занимают 234,4 тыс. га, кормовые участки – 143,5 тыс. га, мелиорируемые пастбища и многолетние насаждения – по 4,3 тыс. га. В севообороте ежегодно рис выращивается на площади 130-135 тыс. га, что позволяет получать объем зерна в бункерной массе порядка 1,0 млн тонн [4, 7].

Площадь орошения нерисовых культур с использованием различных видов полива в крае составляет порядка 30-35 тыс. га, в том числе обслуживаемая государственными мелиоративными системами, эксплуатируемыми ФГБУ «Управление мелиорации земель и сельскохозяйственного водоснабжения по Краснодарскому краю», – 8-13 тыс. га (табл. 1).

Таблица 1. Площади сельскохозяйственных культур на орошении, обслуживаемые государственными оросительными системами, 2014-2016 гг.

Год	Фактически полито, тыс. га					
	всего, в т.ч.	зерновые культуры (рис, кукуруза на зерно, соя и др.)	овощи	кормовые культуры	многолетние насаждения	прочие
2014	143,4	135,4	4,9	-	0,2	2,9
2015	152,2	140,7	5,6	1,4	1,0	3,6
2016	156,5	143,0	7,7	-	0,4	5,5

Основные нерисовые культуры – это овощи открытого грунта, зеленные, корнеплоды, картофель, овощные горошек и кукуруза, овощебахчевые, ягодники и многолетние плодовые насаждения. Наибольшее распространение в крае находят дождевальные установки фронтального и кругового действия, также приобретает популярность капельное орошение, в том числе многолетних насаждений, питомников плодовых деревьев и кустарников [3].

Развитию мелиорации на Кубани в значительной мере способствуют меры государственной поддержки отрасли, в том числе в рамках подпрограммы «Развитие мелиорации в Краснодарском крае» государственной программы Краснодарского края «Развитие сельского хозяйства и регулирование рынков сырья и продовольствия». Ежегодно в рамках мероприятий указанной подпрограммы в сельскохозяйственный оборот вводятся орошаемые участки на площади около 5,0 тыс. га (табл. 2).

Таким образом, благодаря мерам государственной поддержки, только за последние 5 лет дополнительная орошаемая площадь в крае составила более 25,0 тыс. га, осушено порядка 1,6 тыс. га подтапливаемых территорий, построено 20 насосных станций, проложено более 335,0 км трубо-

проводов, приобретено 213 высокотехнологичных дождевальных машин, смонтировано оборудованное для капельного орошения на площади 250 га.

Основным источником оросительной воды в Краснодарском крае является река Кубань, а также повторные воды оросительных систем. Ежегодно из всех источников орошения забирается около 4,0 млрд м³ воды, в том числе 3,2 млрд м³ – из бассейна р. Кубани и порядка 400-500 млн м³ – повторных вод (табл. 3).

Суммарная подача воды для орошения риса за последние 10 лет с в среднем составляет 2,5 млрд м³ с минимальным значением 2,2 млрд м³ в 2009 году и максимальным – 2,7 млрд м³ в 2016 году. Коэффициент вариации 6,4% указывает на незначительные изменения изучаемой величины, что характеризует усредненное ее значение как однородную статистическую совокупность.

Увеличение объемов водоподдачи на посевы риса связано с ростом площадей под культурой в системе севооборота с 121,0 тыс. га в 2007 году до 136,2 тыс. га в 2016 году (рис. 1).

Объем подачи воды на нерисовые культуры для орошения овощей, кормовых культур, многолетних насаждений в среднем за 10 лет составил 115,1 млн м³ воды. Тем не менее сильная вариабельность этого показателя 47,5% дает основание говорить

Таблица 2. Площадь введения в сельскохозяйственный оборот орошаемых земель в Краснодарском крае, 2012-2016 гг.

Наименование мероприятия	2011 г. (базовый)	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2012-2016 гг.
Строительство, реконструкция и техническое перевооружение мелиоративных земель, тыс. га	2,8	3,8	5,0	5,0	5,1	6,2	25,1

Таблица 3. Объемы забора и подачи воды для орошения сельхозкультур в Краснодарском крае, 2007-2016 гг., млн м³

Показатели	$X_{\min} - X_{\max}$	$x \pm S_x$	V%
Суммарный забор воды, всего	3215-4112	3840,8±253,3	6,6
Суммарная подача воды, всего	2784-3161	2943,9±119,1	4,0
Суммарная подача воды на рис, всего с повторной водой	2225-2714	2466,1±158,2	6,4
Использование повторной воды при орошении риса	364-484	437,8±44,3	10,1
Подача воды на нерисовые культуры	39,1-196,39	115,1± 54,7	47,5

о нетипичности средней величины, что связано с нестабильностью посевных площадей под нерисовыми культурами в Краснодарском крае.

Сток реки Кубани характеризуется высокой изменчивостью по годам, что находит свое отражение в накоплении запасов воды в источниках орошения, в том числе наиболее крупном – Краснодарском водохранилище, которое обслуживает 211,1 тыс. га мелиорируемых площадей. Дефицит воды для орошения сельхозкультур особенно обострился в последние 20 лет [7]. Практически ежегодно к 10-15 августа, т. е. за месяц до завершения поливного сезона, объем воды в Краснодарском водохранилище из-за низких притоков стремительно сокращается и достигает критических уровней.

Наглядно показано на примере маловодных лет (2003 и 2013 гг.), что к началу вегетационного периода и поливного сезона складывалась благоприятная водная обстановка (рис. 2).

Приток за период январь-апрель составлял 3711 и 2655 млн м³ воды соответственно, что вселяло уверенность в стабильности водоподачи для полива сельхозкультур. Тем не менее в течение периода вегетации (май-август) приток воды в Краснодарское водохранилище составил 3228 млн м³ в 2003 г. и 4213 млн м³ – в 2013 году, что ниже средних значений за последние 20 лет на 3004,7 млн м³ и 2019,7 млн м³ соответственно.

Выходом из сложившейся ситуации явилось введение графиков водооборота между головными сооружениями, что позволило сэкономить 350 млн м³ в 2003 году и 750 млн м³ воды в 2013 году и завершить полив риса без потери урожая (рис. 3).

В связи с этим при разработке научно-обоснованных схем севооборота хозяйствам, занимающимся производством риса, необходимо учитывать не только факторы, связанные с плодородием почвы, экономической эффективностью сельскохозяйственного производства, но и возможности орошения риса в требуемом объеме в соответствии с биологическими особенностями выращиваемых культур [1, 2].

В последние годы дефицит водных ресурсов, в связи с меняющимися климатическими условиями, диктует необходимость их экономии при орошении сельскохозяйственных культур. В условиях закрытой или комбинированной оросительной системы с использованием технических средств для полива четко регламентируется расход поливной воды с поправкой на погодные условия. Для оросительных систем открытого типа, к которым относятся рисовые системы, расход воды для полива риса и сопутствующих культур значительно увеличивается при неэффективном водопользовании.

Суммарное водопотребление риса, которое включает испарение с поверхности воды на чеке и транспирацию, для условий Краснодарского края

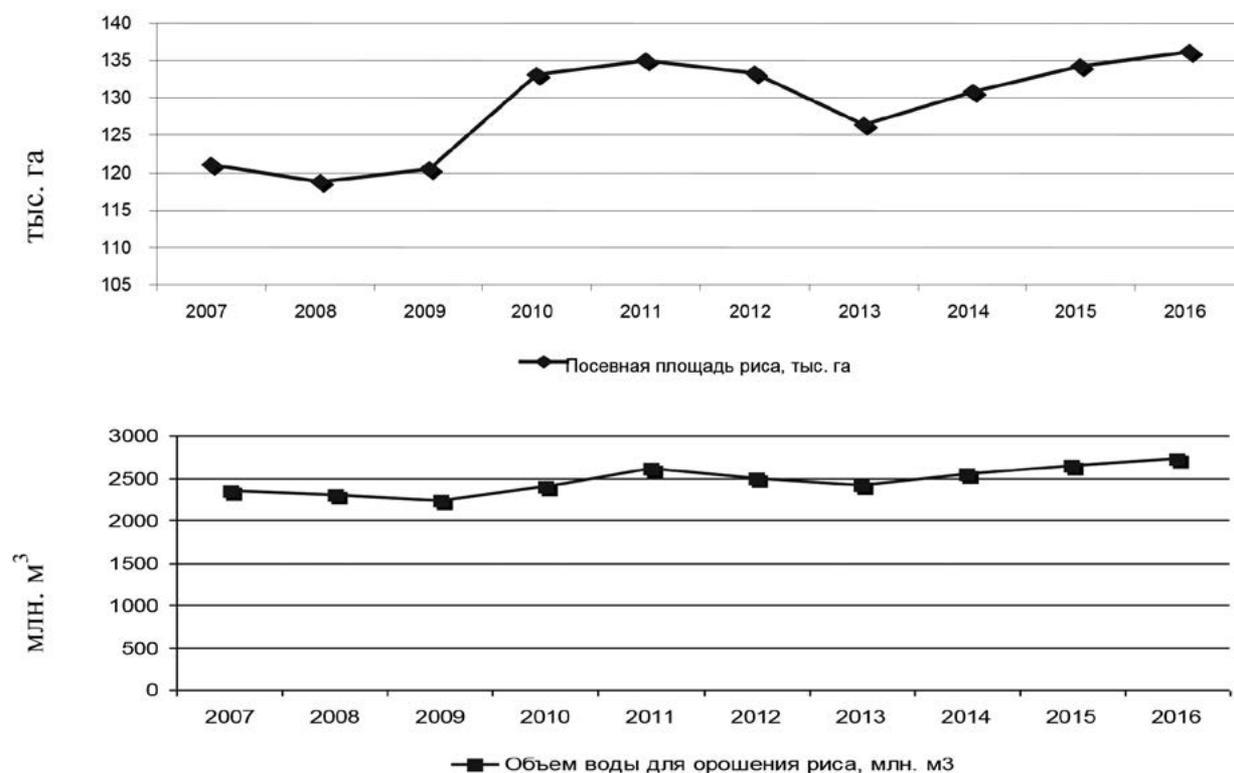


Рисунок 1. Посевная площадь риса и суммарная подача воды для орошения культуры в Краснодарском крае, 2007-2016 гг.

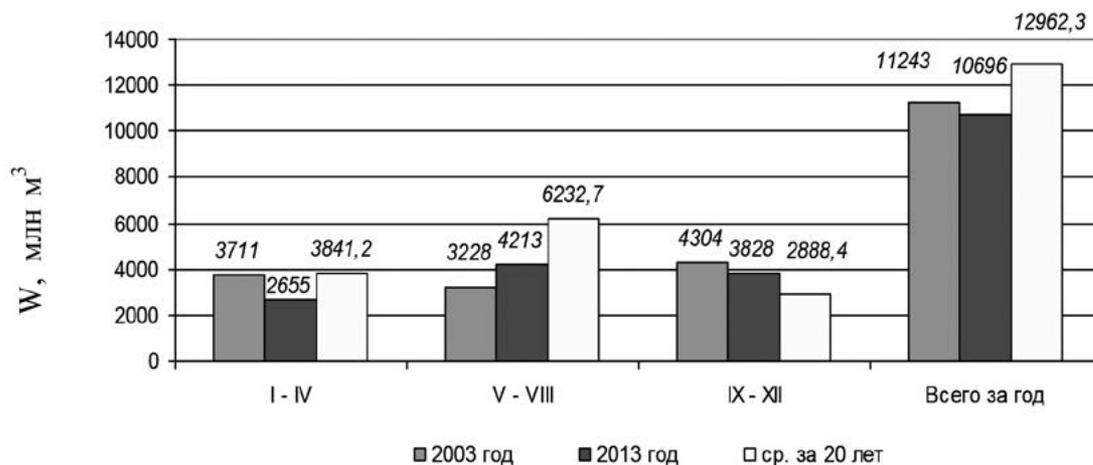


Рисунок 2. Приток воды в Краснодарское водохранилище, W млн м³

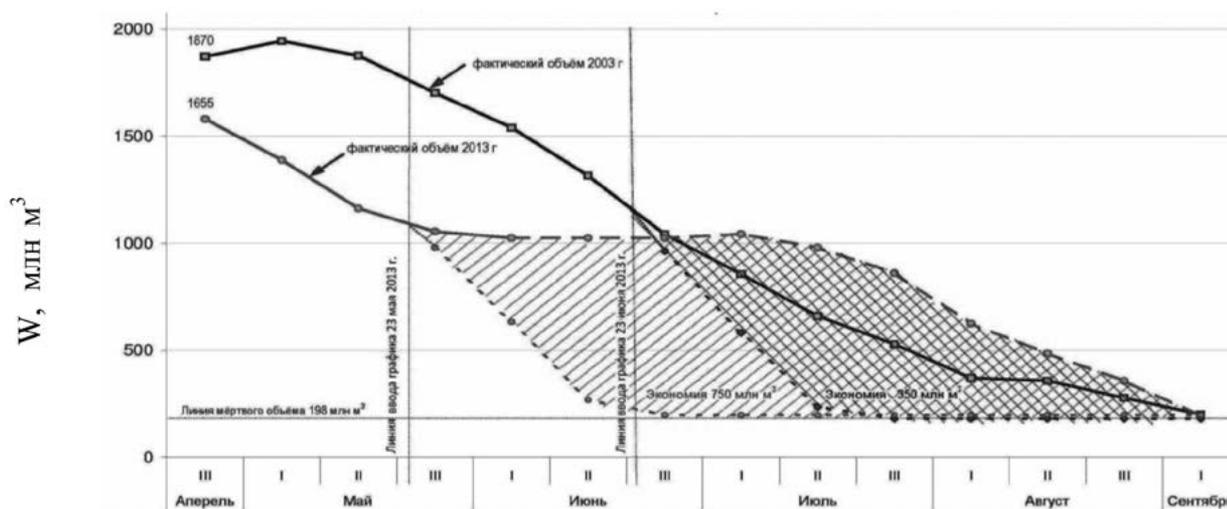


Рисунок 3. Влияние организационных мер на снижение риска недостаточной водообеспеченности посевов риса в маловодные годы

в соответствии с «Инструкцией по проектированию рисовых оросительных систем», составляет 9 тыс. м³/га, проектная оросительная норма – 16,4 тыс. м³/га. Разницу между оросительной нормой и нормой водопотребления 7,4 тыс. м³/га определяют потери в затворах гидротехнических сооружений, технологические сбросы, фильтрация из оросительных каналов, питание сорной растительности в рисовых чеках и другие факторы [10].

Фактическая оросительная норма риса в среднем за последние 15 лет составляет 19,2 тыс. м³/га (+2,8 тыс. м³ к проектной норме) с максимальным значением 20,1 тыс. м³/га в 2002 г. и минимальным – 17,9 тыс. м³/га – в 2010 г. (рис. 4).

На рисунке 4 показано геометрическое отображение показателей оросительной нормы за период 2002-2016 гг., полученное с помощью уравнения регрессии полиномиального тренда, где выявлен

один пик (экстремум) в 2010 году, резко отличающийся от среднего значения. При этом значение дисперсии выборки $R^2 = 0,607$ свидетельствует о хорошем совпадении кривой с анализируемыми данными и указывает, что в 61% случаев норма орошения риса зависит от контролируемых факторов (план водопользования, агрометеорологические мероприятия и др.), а в 39% случаев – от неконтролируемых факторов среды, в том числе погодных-климатических условий, экономической составляющей и т. д.

Аналогичная закономерность в показателях проектных и фактических значений оросительной нормы наблюдается и в разрезе филиалов ФГБУ «Управление «Кубаньмелиоводхоз», обслуживающих государственные оросительные системы (рис. 5).

Проектные оросительные нормы риса различаются на мелиоративных системах в зависимости от

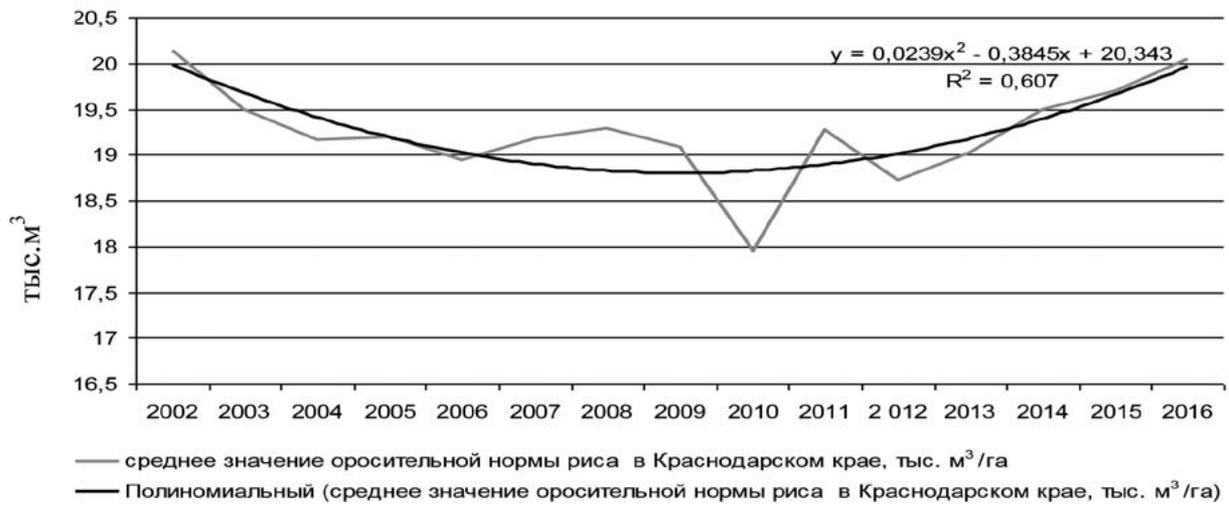


Рисунок 4. Показатели оросительной нормы риса в Краснодарском крае, 2002-2016 гг., тыс. м³/га

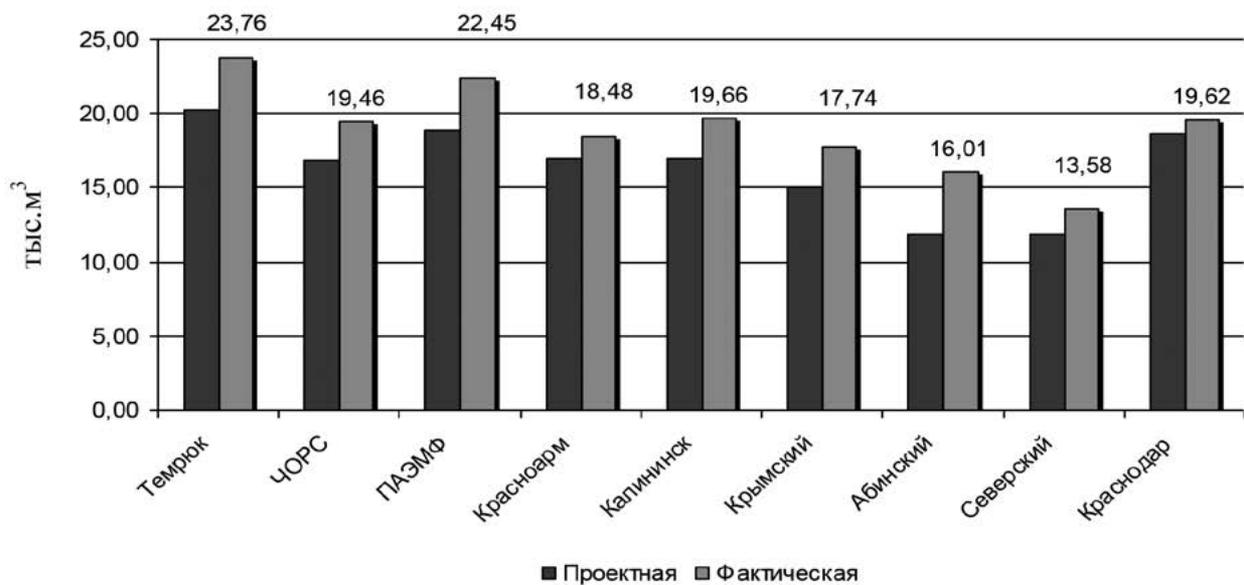


Рисунок 5. Проектная и фактическая оросительные нормы риса в филиалах ФГБУ «Управление «Кубаньмелиоводхоз», тыс. м³/га, среднее значение за 2002-2016 гг.

почвенно-климатических и гидрологических условий. Так, минимальное значение этого показателя 11,83 тыс.м³/га характерно для Федоровской, Крюковской и Афипской оросительных систем, территориально расположенных в Абинском, Северском и Крымском районах, что связано с типом почв левобережья Кубани (аллювиальные луговые и лугово-болотные почвы, сформированные на глинах и тяжелых суглинках), характеризующихся низкой водопроницаемостью порядка 0,001-0,005 м/сут.

Максимальные проектные оросительные нормы риса 20,27 тыс. м³/га наблюдаются при эксплуатации Темрюкской правобережной и Азовской ороси-

тельных систем, большей частью расположенных в границах муниципального образования Темрюкский район, с высокой фильтрацией воды на среднесуглинистых и более легких разновидностях почв с водопроницаемостью 0,15-0,25 м/сут [9, 10].

Фактические нормы орошения риса на различных мелиоративных системах изменяются от 13,58 тыс. м³/га в Северском до 23,76 тыс. м³/га в Темрюкском районах. Максимальное превышение над проектной нормой наблюдается в Абинском филиале – 4,18 тыс. м³/га, минимальное – в Краснодарском – 0,92 тыс.м³/га.

Для сокращения непроизводительных затрат

воды на орошение риса ежегодно на государственных оросительных системах Краснодарского края проводится комплекс мероприятий по подготовке межхозяйственной сети к поливному сезону. Так, на объектах федеральной собственности ежегодно выполняются земляные работы по очистке и ремонту каналов в объеме около 300 тыс. м³, проводится ремонт около 300 единиц гидротехнических сооружений и порядка 350 насосных агрегатов.

В поливной период обеспечивается строгий учет оросительной воды. Перед началом поливного сезона гидросты укомплектовываются необходимым оборудованием, проводится проверка средств водоучета, обновляются тарифовочные таблицы, осуществляется метрологическая аттестация средств измерений на объектах водоучета.

Рациональное водопользование включает также проведение агрономелиоративных мероприятий на внутрихозяйственной сети рисовых оросительных систем, соблюдение севооборота, технологического регламента выращивания риса и других работ, в том числе капитальной планировки рисовых чеков, своевременной и качественной обработки почвы в зависимости от ее физико-химического и гранулометрического состава, водопроницаемости и динамической влагоемкости.

Тем не менее, несмотря на систему мероприятий по экономии водных ресурсов, анализ плановой и фактической водоподачи на орошение посевов риса по эксплуатационным филиалам ФГБУ «Управление Кубаньмелиоводхоз» в разрезе рисосеющих хозяйств показал, что в последние годы наблюдается перерасход воды для орошения этой культуры (рис. 6).

Отмечена динамика увеличения перерасхода от плановых показателей с 2,5 тыс. м³ в 2012 году до 45,0 тыс. м³ в 2016 году и, как следствие, наблюдается рост дополнительных финансовых затрат на

электроэнергию для ее подачи и отведения с 0,2 млн руб. до 8,5 млн руб. за указанный период.

Причиной увеличения расхода воды для полива риса служит несоблюдение планов водопользования, посев позднеспелых сортов, нарушение севооборота, низкое качество проведения работ в агрономелиоративном поле и другие факторы, что приводит к завышенным оросительным нормам в отдельных рисоводческих хозяйствах до 25-30 тыс. м³ на 1 га посевов риса.

В этой связи в качестве примера можно привести эффективность проведения капитальной планировки рисовых чеков, как одного из факторов рационального водопользования и увеличения урожайности культуры. Указанный агротехнический прием способствует увеличению продуктивности посевов на 20-25%; экономии воды (и электроэнергии) – на 25%; уменьшению расхода семян – на 40-60 кг на га, средств защиты растений – до 40%; сокращению продолжительности вегетационного периода риса – на 8-12 дней [5].

За последние 10 лет объем проведения капитальной планировки рисовых чеков в крае увеличен в 20 раз и составил в 2017 г. 23,4 тыс. га (рис. 7).

Для выявления взаимосвязи между объемами проведения капитальной планировки чеков, урожайностью риса, водоподачей на рисовую оросительную систему и водопотреблением культуры за период вегетации проведен корреляционный анализ, в котором использованы фактические показатели за период 2007-2016 гг. (табл. 4).

Выявлено, что общий объем воды для орошения риса тесно коррелирует с площадью, на которой проведена капитальная планировка чеков ($r=0,8$), оросительной нормой ($r=0,68$), средне – с урожайностью культуры ($r=0,49$) (табл. 5).

Средние значения зависимости наблюдаются между объемами проведения капитальной планировки рисовых чеков, урожайностью и ороситель-

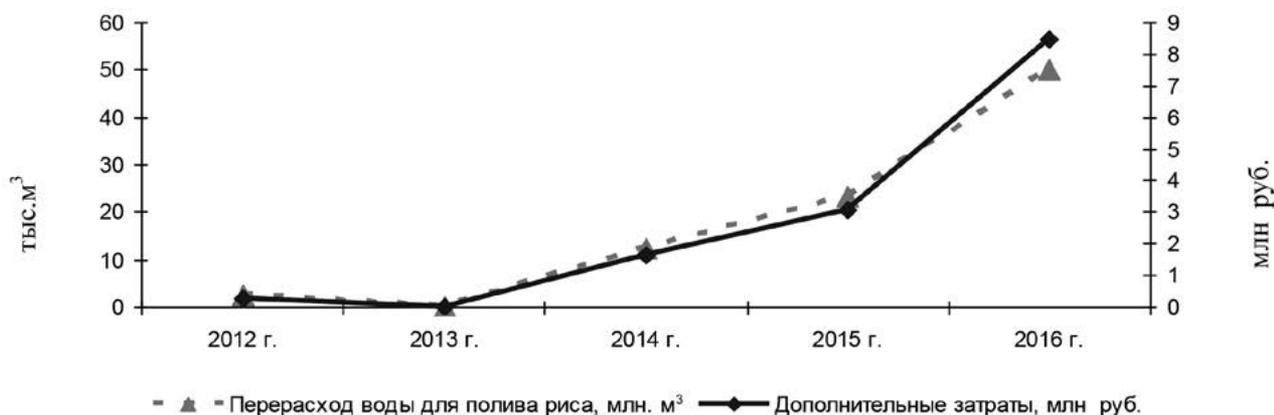


Рисунок 6. Перерасход воды для орошения риса от плановых значений и дополнительные затраты финансовых средств на ее подачу и отведение, 2012-2016 гг.

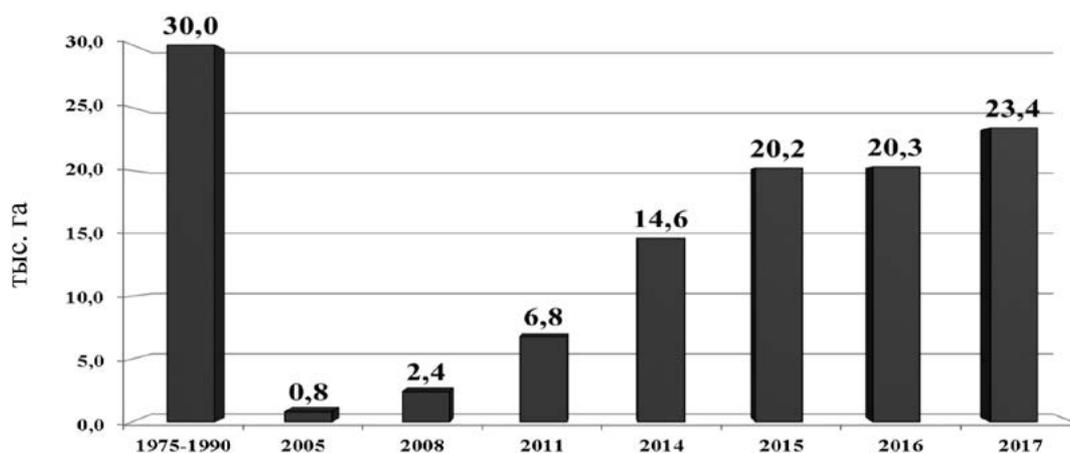


Рисунок 7. Объемы проведения капитальной планировки поверхности почвы рисовых чеков, тыс. га, 2005-2017 гг.

Таблица 4. Урожайность, объемы водоподдачи и водопотребление риса в Краснодарском крае, 2007-2016 гг.

Показатели	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Объем воды для орошения риса, млн м ³	2348	2302	2225	2390	2603	2496	2406	2533	2638	2716
Объем проведения капитальная планировка чеков, тыс. га	1,0	2,5	5,8	6,8	7,5	14	12,6	14,6	20,2	20,3
Урожайность риса, ц/га	50,0	52,0	60,5	62,3	61,0	63,4	57,6	62,9	63,0	59,9
Оросительная норма, тыс. м ³ /га	19,18	19,29	18,47	17,95	19,27	18,72	19,01	19,5	19,69	20,09

Таблица 5. Корреляционные взаимосвязи между капитальной планировкой чеков, объемами водоподдачи на посевы риса, урожайностью и водопотреблением культуры в Краснодарском крае, 2007-2016 гг.

№ п/п	Показатели	1	2	3	4
1	Объем воды для орошения риса, млн м ³	1			
2	Объем проведения капитальная планировка чеков, тыс. га	0,80	1		
3	Урожайность риса, ц/га	0,49	0,66	1	
4	Оросительная норма, тыс. м ³ /га	0,68	0,52	- 0,12	1

ной нормой риса ($r=0,66$ и $r=0,52$ соответственно).

Таким образом, учитывая тесную взаимосвязь между капитальной планировкой чеков и объемом воды, подаваемой для орошения риса, необходимо в дальнейшем увеличение площадей, на которых целесообразно применение этого агромерелиоративного приема, что в целом будет способствовать рациональному водопользованию в Краснодарском крае.

Кроме того, сельхозтоваропроизводителям необходимо корректно составлять план водопользования, учитывать агротехнические, гидротехнические и гидрологические условия хозяйства, на протяжении вегетационного периода постоянно осуществлять контроль за водоучетом, в том числе использовать ресурсы внутрихозяйственного оборота воды в критические периоды вегетации риса и маловодные годы. С целью экономии ороситель-

ной воды целесообразно выполнять следующие мероприятия на внутрихозяйственной сети: очистку каналов, оросительной и коллекторно-сбросной сети от заиления и сорной растительности, ремонт гидротехнических сооружений и монтаж затворов, нарезку периферийных чековых канавок и водосточных борозд, устройство кротового дренажа и т. д., которые также позволяют улучшать агромерелиоративное состояние рисовой системы, повысить плодородие земель сельскохозяйственного назначения.

Заключение

1. В Краснодарском крае в последние годы отмечается положительная динамика увеличения посевных площадей сельскохозяйственных культур, выращиваемых на орошении, на 25,1 тыс. га.

2. В последние 20 лет наблюдается дефицит воды для орошения риса и других сельхозкультур в

период вегетации, что диктует необходимость формирования структуры севооборота с учетом имеющихся возможностей полива.

3. Анализ оросительной нормы риса показал, что на различных мелиоративных системах Краснодарского края значения этого показателя составляют от 13,58 тыс. м³/га в Северском до 23,76 тыс. м³/га в Темрюкском районах и связаны с почвенными и гидрологическими условиями оросительных систем. В среднем оросительная норма риса составляет 19,2 тыс. м³/га и превышает проектное значение на 2,8 тыс. м³, что приводит к перерасходу воды и увеличению затрат на ее подачу и отведение.

4. Тесная корреляционная связь между общим объемом воды для орошения риса и площадью капитальной планировки чеков ($r=0,8$), ороситель-

ной нормой ($r=0,68$) и урожайностью ($r=0,49$) указывают на необходимость увеличения площадей агро-мелиоративного поля и проведения этого вида работ с целью экономии водных ресурсов и повышения урожайности культуры.

5. Основной путь экономии оросительной воды заключается в составлении оптимальных планов водопользования, качественной планировке поверхности чеков, выполнении системы мероприятий, обеспечивающих своевременную и качественную обработку почв в зависимости от их типа, своевременной герметизации водовыпусков, соблюдении оптимального водного режима рисового поля, содержании оросительных и сбросных каналов в чистоте от сорняков, использовании сбросных вод для повторного орошения и других мероприятиях.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Владимиров, С. А. К вопросу исследования продукционного потенциала периода между последовательными посевами риса / С. А. Владимиров, Н. Н. Малышева // Научное обеспечение агропромышленного комплекса: сб. ст. по материалам 71-й науч.-практ. конф. преподавателей по итогам НИР за 2015 год / отв. за вып. А.Г. Коцаев. – Краснодар, 2016. – С. 148-150.
2. Владимиров, С. А. Стратегия устойчивого экологически безопасного рисоводства: монография / С. А. Владимиров. – Краснодар: КубГАУ, 2017. – 160 с.
3. Владимиров, С. А. Режимы орошения и техника полива сельскохозяйственных культур: учебн. пособ. / С. А. Владимиров, Е. И. Хатхоху, В. Т. Ткаченко. – Краснодар: КубГАУ, 2016. – 112 с.
4. Гаркуша, С. В., Агротехнические особенности выращивания сортов риса, устойчивых к пирикулярриозу (методические рекомендации) / С. В. Гаркуша, С. А. Шевель, Н. Н. Малышева и др. – Краснодар, 2013 г. – 44 с.
5. Коробка, А. Н. Система земледелия Краснодарского края на агроландшафтной основе / А. Н. Коробка, С. Ю. Орленко, Е. В. Алексеенко, Н. Н. Малышева и др. – Краснодар, 2015. – 352 с.
6. Малышева, Н. Н. Состояние и перспективы развития рынка риса в России / Н. Н. Малышева // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2016. – № 08 (122). – С. 431-447. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2016/08/pdf/31.pdf>.
7. Малышева, Н. Н. Водохозяйственный комплекс и рациональное водопользование в Краснодарском крае / Н. Н. Малышева // Агропромышленная газета юга России. – Краснодар, 2017. – №№ 13-14 (458-459). – С. 12-13.
8. Малышева, Н. Н. К вопросу развития отрасли рисоводства / Н. Н. Малышева // Сб. научн. трудов по материалам V Международной научн.-практ. конф. «Современные тенденции развития науки и технологий». – Белгород, 2015. – № 5, часть I. – С. 71-73.
9. Ногалевский, Э. Ю. Региональная мелиоративная география. Краснодарский край: монография / Э. Ю. Ногалевский, Ю. Я. Ногалевский, И. Н. Папенко. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – 280 с.
10. Попов, В. А. Агроклиматология и гидравлика рисовых экосистем: монография / В. А. Попов, Н. В. Островский. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – 189 с.

Надежда Николаевна Малышева

Доцент кафедры строительства и эксплуатации водохозяйственных объектов,
E-mail: malisheva@kvmv.ru

Nadezhda N. Malysheva

Associate Professor of construction and operation of water management objects,

Сергей Николаевич Якуба

Доцент кафедры гидравлики и сельскохозяйственного водоснабжения,
E-mail: yakuba@kvmv.ru

Sergey Nikolayevich Yakuba

Associate Professor of hydraulics and agricultural water supply,
All: Kuban State Agrarian University,
13 Kalinina st., Krasnodar, 350044, Russia

Все: ФГБОУ ВО «Кубанский ГАУ им. И. Т. Трубилина»
ул. Калинина, 13, г. Краснодар, 350044, Россия

УДК 633.15; 575.858

В. С. Щербак, канд. биол. наук,
г. Краснодар, Россия,
Э. Б. Хатефов, д-р биол. наук,
г. Санкт-Петербург, Россия

МАИСОВЫЕ, ИХ ФИЛОГЕНЕТИЧЕСКИЕ СВЯЗИ И РОЛЬ В СЕЛЕКЦИИ КУКУРУЗЫ (обзор)

Кукуруза – основная зернофуражная культура в мире. Согласно данным отчета Международного Совета по зерну (IGC), мировое производство кукурузы в 2016-17 году оценено в 1,017 млрд тонн. Несмотря на рост производства кукурузы в мире, уже к концу XX века наблюдается значительное сужение генетического разнообразия этой культуры вследствие перехода от популяционного метода селекции к гибридной. В результате такого резкого сокращения генетического полиморфизма наблюдается возрастание генетической уязвимости вида, представленного в современном производстве ограниченным набором линий и гибридов.

Исторически сложилось так, что подавляющее большинство линий первого цикла селекции было заложено фактически на трех-пяти сортах кукурузного пояса США, что не может вызывать обеспокоенности о возможной генетической эрозии культуры кукурузы. Аналогичная ситуация сложилась и в Европе, поскольку до XVIII века из Америки завозились в основном случайные формы тропического происхождения, которые не были приспособлены к холодному европейскому климату. Позже они были заменены на более раннеспелые формы кукурузы типа *Maiz de Ocho*, которые в комбинации с зубовидной кукурузой из кукурузного пояса достигли промышленного значения в Северной Европе. Здесь, как и в США, прослеживается сужение полиморфизма вида фактически к 2-3 расам, что продолжает усугубляться постоянной интродукцией новых линий и гибридов из США [60].

Селекционерами проведены работы по сбору, описанию, размножению и длительному сохранению в живом виде в банках зародышевой плазмы большого числа образцов кукурузы стран Латинской Америки. К сожалению, всего лишь 3-8% этого разнообразия, по мнению специалистов [7], затронуто современным селекционным процессом. Перспективно использование методов отдаленной и близкородственной гибридизации, позволяющей выходить за рамки вида, наравне с использованием потенциала внутривидовой изменчивости кукурузы. Наиболее близкими родичами кукурузы в систематическом отношении являются *Tripsacum* и *Euchlaena*. Различные подвиды *Euchlaena* (теосинте), имеющие такое же базовое число хромосом, как и кукуруза, легко скрещиваются с ней, давая фертильное потомство. Теосинте может быть источником улучшения кукурузы по количеству початков на растении, содержанию белка в зерне, засухоустойчивости и другим признакам. Род *Tripsacum*, содержащий более десятка видов, обладает широким генетическим разнообразием. Достаточно отметить, что различные виды трипсакум распространены от Канады на севере до юга Бразилии, другие виды распространены в пустынных и полупустынных районах Северо-Запада Мексики и Юга США, устойчивы к большинству болезней, поражающих кукурузу.

Начиная с конца 80-х годов прошлого века энтузиазм исследователей и селекционеров в России и странах СНГ по созданию исходного материала кукурузы с вовлечением диких родичей кукурузы резко сократился, и публикаций по этой тематике не прослеживается. Причины такого нежелания работы с экзотическими родичами кукурузы заключаются в сложности проведения скрещиваний в условиях длинного дня РФ, стран СНГ и длительности процесса селекции исходного материала с примитивной структурой початка (колоса) диких родичей кукурузы. В обзоре дано описание филогенетических связей кукурузы и ее диких родичей, способных свободно скрещиваться с кукурузой. Описаны основные представители рода *Tripsacum* и *Euchlaena*, гипотезы их происхождения, а также возможные пути для вовлечения в селекционный процесс по улучшению кукурузы.

Ключевые слова: кукуруза, теосинте, трипсакум, филогения, диплоид, тетраплоид, гибридизация, селекция.

MAIS, THEIR PHYLOGENETIC CONNECTIONS AND THE SIGNIFICANCE FOR THE SELECTION OF CORN (overview)

Corn is the main grain-bearing crop in the world. According to the report of the International Council for Grain (IGC), world production of maize in 2016-17 year estimated at 1.017 billion tons. Despite the

increase in maize production in the world, by the end of the 20th century there has been a significant reduction in the genetic diversity of maize due to the transition from a population selection method to a hybrid one. As a result of such a sharp reduction in genetic polymorphism, an increase in the genetic vulnerability of the species represented in modern production by a limited set of lines and hybrids is observed.

Historically, the overwhelming majority of the lines of the first breeding cycle were laid down in fact on three to five varieties of the US Corn Belt, which cannot raise concern about the possible genetic erosion of corn crops. A similar situation has developed in Europe since up to the 18th century, from America, mostly random forms of tropical origin were imported, which were not adapted to the cold European climate. Later they were replaced by earlier-ripe maize-type *Maiz de Ocho*, which in combination with corn-dentate maize reached industrial significance in Northern Europe. Here, as in the USA, there is a narrowing of the polymorphism of the species in fact to 2-3 races, which continues to be aggravated by the constant introduction of new lines and hybrids from the USA [60].

Breeders carried out the collection, description, reproduction and long-term preservation of a large number of samples of maize from Latin American countries alive in germplasm banks. Unfortunately, only 3-8% of this diversity, according to experts [7], is affected by the modern selection process. It is promising to use methods of distant and closely related hybridization that allows going beyond the species, along with using the potential of intraspecific variability of maize. The closest relatives of corn in a systematic respect are *Tripsacum* and *Euchlaena*. Various subspecies of *Euchlaena* (teosinte), having the same base number of chromosomes as corn, cross easily with it, giving fertile offspring. Teosinte can be a source of improved maize by the number of ears per plant, protein content in the grain, drought resistance and other characteristics. The genus *Tripsacum*, which contains more than a dozen species, has a wide genetic variety. Suffice it to say that various species of *Tripsacum* are distributed from Canada in the north to the south of Brazil, other species are distributed in the desert and semi-desert areas of the Northwest of Mexico and the South of the USA, are resistant to most diseases affecting maize. Since the late 80s of the last century, the enthusiasm of researchers and breeders in Russia and the CIS countries to create a source of maize with the involvement of wild relatives of corn has declined sharply and publications on this subject have not been traced. The reasons for this reluctance to work with exotic maize relatives are the difficulty of crossbreeding in a long day of the Russian Federation and the CIS countries and the duration of the selection process for the source material with a primitive cob (ear) structure of wild relatives of maize. The review describes the phylogenetic relationships of maize and its wild relatives that are able to cross freely with maize. The main representatives of the genus *Tripsacum* and *Euchlaena* and the hypotheses of their origin are described, as well as possible ways to involve them in the breeding process for improving maize.

Key words: corn, Teosinte, *Tripsacum*, *Euchlaena*, phylogeny, diploid, tetraploid, hybridization, selection.

Кукуруза (*Zea mays* L.) принадлежит к трибе маисовых (*Maydeae*) или (*Tripsaceae*) семейства злаковых (*Poaceae* Barnch). К этой трибе относятся восемь родов, пять из них: *Coix*, *Sclerachne*, *Polytoca*, *Chinonachne*, *Trilobachne* – восточного происхождения, произрастают в Индии, Бирме, Ост-Индии и Австралии и относительно мало важны. Наиболее известным родом этой группы является *Coix* или бусенник, семена которого используются для приготовления муки и в качестве украшений. К американским же представителям относятся *Zea*, имеющий наиболее экономическое значение, *Tripsacum*, иногда используемый как кормовое растение, и *Euchlaena* (Теосинте), наиболее близкий сородич кукурузы [22].

Филогенетические связи кукурузы с *Euchlaena* (теосинте) были предметом многочисленных иссле-

дований последние 100 лет в связи с вопросом ее происхождения. Большинство участников конференции по генетике и селекции кукурузы, состоявшейся в США в 1977 году, включило *Euchlaena* (теосинте) в род *Zea*, дав ему название *Zea Mexicana* [26]. Ботанические открытия начала 80-х годов, особенно нахождение недостающего связующего звена между диплоидным однолетним и тетраплоидным многолетним теосинте, растения, имеющего диплоидный набор хромосом ($2n = 20$) и многолетний тип развития – *Zea diploperennis* Iltis, Doebly, Guz, позволили детализировать таксономию рода *Zea* [45]. Он подразделяется на две секции: первая – *Luxuriantos* – включает виды *Zea Luxuriens*, *Zea perennis*, и *Zea diploperennis*; вторая – *Zea* – включает один вид, разделенный на подвиды: *Zea mays* ssp. *mays*, *Zea mays* ssp. *mexicana*, *Zea mays* ssp.

parviglumis и *var. huehuetenongensis*.

Необходимо отметить, что у родственной трибы *Andropogoneae* такие американские представители, как *Manisuris cylindrical* Michx. более близки роду *Tripsacum*, чем представители маисовых из Юго-Восточной Азии [40]. Различные формы теосинте и 13 видов рода *Tripsacum* обладают генетическим разнообразием. Достаточно отметить, что эти два рода почти не имеют общих болезней [51], поэтому улучшение кукурузы за счет искусственной интрогрессии генов ее сородичей фактически неограниченно, хотя и довольно сложно [51].

В основу решения вопроса об установлении центров происхождения культурных растений Н. И. Вавилов положил наличие максимального морфологического разнообразия культуры и близость возможных родственных видов. Эти два основных положения получили дополнительное подтверждение на основе тщательного анализа ряда других материалов – археологических, истории земледелия, лингвистических (Вавилов, 1960 г.). Хотя публикации Н. И. Вавилова о новосветских культурах сравнительно ограничены, для культуры кукурузы, картофеля и хлопчатника они основаны на результатах изучения большого фактического материала [2, 3].

Ознакомившись с разнообразием материала на месте в 1930 г. и 1932-1933 гг. и с результатами изучения Н. Н. Кулешовым образцов, доставленных С. М. Букасовым и С. В. Юзепчуком, Н. И. Вавилов пришел к заключению, что центром разнообразия и происхождения кукурузы является Мексика, и именно в ней имеется ее ближайший сородич теосинте в большом изобилии [3].

К началу 40-х годов определилось несколько гипотез происхождения кукурузы:

а) от пленчатой формы кукурузы, иногда обнаруживаемой в различных частях Латинской Америки и имеющей хорошо развитые цветочные чешуи, покрывающие все зерно (Mangelsdorf, Reeves, 1939);

б) от ближайшего родственника теосинте, путем отбора возникающих в нем мутаций или путем гибридизации теосинте с неизвестным злаком, ныне вымершим [27];

в) теосинте, кукуруза и трипсакум являются производными одного общего предка (Randolph, 1959);

г) Мангельсдорфом и Ривзом была сформулирована так называемая трехступенчатая гипотеза, которая хотя прямо и не объясняет происхождение кукурузы, но не исключает происхождение ее от теосинте [53].

Перед детальным рассмотрением этих точек зрения необходимо отметить основные черты (признаки) морфологического различия трех американских представителей трибы маисовых: кукурузы, теосинте и трипсакум. По основным количественным признакам, обуславливающим габитус расте-

ний, расы кукурузы и расы теосинте, имеют ряды распределения, причем наибольшие величины этих признаков, с точки зрения окультуривания, свойственны кукурузе, но эти признаки в систематическом значении второстепенны [53].

Однолетний теосинте имеет, как и кукуруза, двадцать хромосом, легко скрещивается с последней и дает высокофертильные гибриды; наиболее близкий к кукурузе подвид *Zea mays ssp. parviglumis* [33]. Высокая частота скрещивания с кукурузой объясняется максимальной филогенетической близостью ее к кукурузе, что подтверждено исследованиями [31]. Хромосомы кукурузы, теосинте и трипсакум в пахитене мейоза имеют хорошо видимые интенсивно красящиеся гетерохромативные участки – узелки (кноб). Причем у кукурузы их бывает от 0 до 16, расположенных в двадцати двух разных позициях, в основном, интеркалярно; у теосинте их несколько больше и преобладают терминальные (Longley, 1939). Есть сведения о новом теосинте, сформировавшемся в Испании как сорном растении и легко скрещивающимся с кукурузой. Результаты анализа генома по данным однонуклеотидного полиморфизма (SNP) показали, что испанский теосинте не группируется ни с одним из известных образцов теосинте [63].

Род *Tripsacum* имеет 13 видов ($2n = 36$ и $2n = 72$ хромосом), общий ареал которых простирается от юга США и до Парагвая. Семь из них встречаются на территории Мексики [42]. Все типы трипсакум имеют довольно близкое морфологическое строение, особенно генеративных органов. Семена заключены в плодик, сходного строения с таковым у теосинте. Хромосомы различных видов трипсакум несут различное число узелков [61]. Так, *Tripsacum australe* совсем не имеет их, тогда как *Tripsacum dactyloides* ($2n = 36$) – до 22-26, причем, в основном терминальных [41].

Центральным вопросом во всех гипотезах происхождения является вопрос о роли и месте теосинте в эволюции кукурузы, а также о возможности происхождения ее из пленчатой туникатной формы.

Гипотеза Мангельсдорфа и Ривза содержала три основных положения: 1) кукуруза сначала развивалась как хлебное растение из пленчатой кукурузы в области Анд северо-запада Южной Америки, откуда человеком была интродуцирована в Центральную Америку; 2) теосинте появился значительно позже в результате естественной гибридизации кукурузы с трипсакум уже в Центральной Америке; 3) новые типы кукурузы произошли от скрещивания старых типов и теосинте; в настоящее время они несут явные плоды интрогрессии зародышевой плазмы теосинте и, следовательно, через него и трипсакум. Эта далеко идущая гипотеза стимулировала на протяжении последующих 30-35 лет исследования в различных областях зна-

ний, связанных с происхождением кукурузы.

Выдающимся событием, предоставившим решающие доказательства о месте происхождения и существования примитивной кукурузы и о путях ее эволюции, было открытие ряда пещер со следами обитания древних людей в различных частях Мексики и южных штатов США. Исследование их было проведено известным археологом Мак Нейшем в 50-60-х годах в содружестве с Мангельсдорфом, Галинатом и др. [52].

По мнению крупного систематика современности Дарлингтона «селекционные и хромосомные доказательства согласованно говорят, что *Zea mays* и *Euchlaena Mexicana* можно описывать как один вид. Лишь благодаря обманчивым преобразованиям кукуруза потеряла своих диких предков» [30]. Каковы же эти отличия и сколь они важны и консервативны, чтобы не могли быть изменены продолжительным селекционным давлением на протяжении нескольких тысяч поколений? Подробный разбор всех этих особенностей дан в нескольких работах Мангельсдорфа и Галината [38, 51]. Согласно работам Мангельсдорфа и других авторов основные отличия теосинте и кукурузы можно объяснить действием 6-8 генов или их блоков. Это: 1. одинарные женские колоски теосинте – *pd* и парные кукурузы *Pd*; 2. двухрядная филотаксия – *tr* у теосинте и многорядная *Tr* у кукурузы; 3. бесчерешковые женские колоски у теосинте, черешковые – у кукурузы; 4. так называемый, комплекс четвертой хромосомы, обуславливающий строение и формирование плодовой коробочки теосинте.

Почти все эти признаки обнаружены при инбридинге или имелись у отдельных рас кукурузы [62, 39]. В. Галинат указывает [38], что изучение гибридов кукурузы с трипсакум и беккроссов на кукурузу позволило получить ряд кукурузоподобных растений, имеющих 1, 2 добавочных хромосомы от трипсакум. В них отдельные компоненты комплекса четвертой хромосомы оказались локализованными в различных хромосомах трипсакум и не встречаются в комплексе, как это имеет место у теосинте. Кроме того, плодовая коробочка теосинте является более плотной и более специализированной, она имеет поры для прорастания первичного корешка и колеоптиля, и, таким образом, в эволюционном отношении она наиболее совершенна, чем плодовая коробочка трипсакум. Тезис Мангельсдорфа о том, что мутации от рецессива к доминанте очень редки и в отношении парности пестичных колосков маловероятны, может быть объяснен относительно доминирования.

Кроме того, примитивные початки дикой кукурузы из Техуакана интерпретируются как ранние фазы преобразования теосинте в кукурузу [25].

Резюмируя все вышесказанное, Галинат постулирует возможность происхождения кукурузы от теосинте путем отбора мутаций, влияющих

на структуру початка, и полезность возникшей структуры в условиях одомашнивания (удлинение оберток початка, неломкий стержень и голое обрушиваемое руками зерно) [38], подтверждая тем самым ранее предлагаемую гипотезу о происхождении кукурузы из теосинте [34]. Естественно, что древнему земледельцу в условиях перекрестного опыления был более доступен отбор и сохранение доминантных изменений, чем рецессивных. Таким образом, два параллельно идущих процесса: с одной стороны – отбор человеком полезных ему форм (мутаций) из примитивного теосинте, а с другой – естественный отбор на тип плодовой коробочки, максимально приспособленной к саморассеиванию и сохранению вида в природе, действуя как дизруптивный отбор, в течение около 10000 поколений расчленили первоначальный вид на современную культурную кукурузу и теосинте. Это точка зрения на современном этапе знаний нам представляется наиболее обоснованной [9]. Анализ наследования морфологических признаков, которые отличают кукурузу и теосинте, указывает на то, что они находятся под контролем множества генов и наследуются полимерно [31].

Совместное произрастание этих видов и их легкая скрещиваемость, естественно, приводила к постоянному обмену генетическим материалом, то есть к интрогрессии отдельных признаков теосинте в кукурузу или простое сохранение их в эволюционном развитии кукурузы. Отмечено, что из 25 рас кукурузы, описанных для Мексики, 7 имеют следы такой интрогрессии [66].

Гибридизацию кукурузы с теосинте проводили многие исследователи, первоначально преследуя цели определения гомологии хромосом и наследования отдельных признаков. Используя беккроссные скрещивания гибридов кукурузы с теосинте, П. Мангельсдорф [50] получил ряд изогенных форм, несущих отдельные сегменты теосинте, и показал, что различные формы теосинте несут идентичные. Им также показано, что у этих беккроссных популяций наблюдается аномально высокий процент спонтанных мутаций, которые не отличаются от таковых, установленных у кукурузы (Mangelsdorf, 1974). Наиболее простым объяснением он считает неравный кроссинговер между хромосомами и теосинте, вызванного их неполной гомологией. Неравнозначные хромосомы так малы, что не могут быть замечены цитологически, а проявляются как вредные менделевские рецессивы.

В ряде комбинаций при скрещивании кукурузы с теосинте была обнаружена частичная мужская стерильность [47], подробное изучение которой позволило заключить наличие реципрокной транслокации или инверсии у некоторых форм теосинте. Эмерсон и Бидл [34] показали, что генетическое расщепление по 28 генам, расположенным в 8 из 10 хромосом, было у гибридов вполне сравни-

мым с таковым у чистой кукурузы, за исключением области *C-ix* в 9 хромосоме у теосинте *Florida* и *Durango*, что было обусловлено наличием инверсии. Цитоплазма теосинте значительно отличается от цитоплазмы кукурузы. Так, эффекты генов кукурузы в цитоплазме теосинте отличаются от таковых в собственной цитоплазме [54].

Генетическое изучение кукурузно-теосинтовых гибридов показало, что хромосомы этих двух видов структурно и генетически очень сходны. Гены, которые отличают теосинте от кукурузы, не являются распределенными по 10 хромосомам, а локализованы в небольшом числе сегментов хромосом. Многие признаки, которыми отличаются эти виды, не контролируются простым менделевским типом наследования [67]. Результаты исследований гибридов теосинте и кукурузы обнаружили доказательство интрогрессии в обоих направлениях потока генов, преимущественно в сторону от теосинте к кукурузе [44]. Исследования ДНК початка возрастом 5310 лет показали, что кукуруза была генетически близка к современной кукурузе, чем к теосинте [56].

Постепенно, по мере накопления генетических данных, гибридизация кукурузы с теосинте и трипсакум стала приобретать утилитарное, селекционное значение [8, 10, 29, 36, 43]. Разработаны методы визуализация отдельных хромосом с помощью флуоресцентного микроскопа [55]. Было показано, что отдельные сегменты хромосом могут вносить

существенный вклад в гетерозис по урожаю зерна кукурузы [51]. Разные расы теосинте могут быть использованы в селекции на многопочатковость, устойчивость к биотическим и абиотическим факторам окружающей среды [10, 11, 12, 14, 18, 20], увеличение урожая вегетативной массы [4], на повышенное содержание белка и масла в зерне [24, 32, 59] и устойчивости к жаре и засухе [15, 16, 17, 18, 20, 21]. Открытие нового вида теосинте – *Zea diploperennis* Iltis, Doebly, Guz и вовлечение его в гибридизацию с кукурузой – расширяет возможности селекционера по передаче кукурузе засухоустойчивости латентного типа и устойчивости к некоторым заболеваниям, обусловленным вирусной инфекцией [23], и кукурузному мотыльку [12, 14, 19]. Таким образом, гибридизация кукурузы с теосинте является большим резервом расширения генетического полиморфизма исходного селекционного материала кукурузы [46, 65, 68]. Опыт работы с экзотической плазмой в скрещиваниях с кукурузой показывает, что 7-8 циклов отбора достаточно для достижения желаемого результата [28]. При этом следует учитывать, что преимущественную способность к скрещиванию с кукурузой имеет теосинте, у которого в спектрах зеина отсутствует маркерный компонент 57 [5, 6]. Вовлечение в селекционный процесс диких родичей кукурузы имеет большие возможности для расширения ее генетического полиморфизма, несмотря на свою специфичность в скрещиваниях с кукурузой.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Вавилов, Н. И. Великие земледельческие культуры доколумбовой Америки и их взаимоотношения / Н. И. Вавилов // Избр. труды. – М., 1960. – Т. II.
2. Вавилов, Н. И. Мексика и Центральная Америка как основной центр происхождения культурных растений Нового Света / Н. И. Вавилов // Избр. труды. – М., 1960. – Т. II.
3. Вавилов, Н. И. Проблемы селекции, происхождения и географии культурных растений / Н. И. Вавилов // Избр. труды. – М., 1960. – Т. II.
4. Каравайнов, Г. П. Получение тетраплоидов у гибридов кукурузы (*Zea mays*) с теосинте (*Euchlaena mexicana*) и их неполных беккроссов / Г. П. Каравайнов // Изв. АН МССР. Сер.биол. и хим.наук. – 1969. – №3. – С. 3-8.
5. Сидорова, В. В. Белковые маркеры в анализе генетического разнообразия, селекции и семенном контроле кукурузы / В. В. Сидорова, А. В. Конарев, Ю. А. Керв, Г. В. Матвеева // Аграрная Россия. – 2015. – № 12. – С. 2-10.
6. Сидорова, В. В. Изучение дикорастущего сородича кукурузы Теосинте и его естественного гибрида с кукурузой по спектрам зеина / В. В. Сидорова, Г. В. Матвеева, А. В. Конарев // Аграрная Россия. – 2010. – № 2. – С. 1-5.
7. Спрэг, Э. У. Получение новых источников генетической изменчивости для Европы / Э. У. Спрэг // Материалы 9 заседания селекции кукурузы и сорго БУКАРПИИ, 9-13 авг. 1977 г. – Краснодар, 1979. – Ч. 1. – С. 99-114.
8. Тараканова, Т. К. Отдаленные скрещивания как источник увеличения селекционного разнообразия зерновых / Т. К. Тараканова, В. А. Соколов, Э. А. Абдырахманова, С. А. Блэки // Вестник ВОГиС. – 2008. – Том 12. – № 4. – С. 672-679.
9. Хаджинов, М. И. Современное состояние учения о происхождении и эволюции кукурузы / М. И. Хаджинов, В. С. Щербак // С.-х. биология. – 1981. – Т. 16. – № 4. – С. 430-440.
10. Хатефов, Э. Б. Инновационные методы в селекции кукурузы [Текст] / Э. Б. Хатефов; Российская акад. с.-х. наук, Гос. науч. учреждение «Кабардино-Балкарский научно-исследовательский ин-т сельского хоз-ва». – Нальчик: Изд-во М. и В. Котляровых: ООО «Полиграфсервис и Т», 2011. – 291 с.
11. Хатефов, Э. Б. Исследования тетраплоидной кукурузы для ее селекционного улучшения / Э. Б. Хатефов. – Нальчик: ЧП «Полиграфия». – 2009. – С. 110.

12. Хатефов, Э. Б. Перспективы использования генетической плазмы теосинте Чалко в селекции кукурузы на устойчивость к *Ostrinia nubilalis Hbn-botus (Pyalis)* / Э. Б. Хатефов // Тезисы Материалы Международной НПК «Роль отрасли семеноводства в обеспечении продовольственной безопасности». Таджикистан. 12 сентября 2015 г. – Душанбе, 2015. – С. 51-53.
13. Хатефов, Э. Б. Расширение разнообразия генетической основы кукурузы с использованием метода гаплоиндукции в гетероплоидных скрещиваниях. / Э. Б. Хатефов // Зерновое хозяйство России. – 2011. – № 4 (16). – С. 86-91.
14. Хатефов, Э. Б. Использование теосинте Чалко в селекции на устойчивость к поражению стеблевым мотыльком / Э. Б. Хатефов, В. В. Шорохов. // Земледелие. – 2011. – № 2. – С. 45-46.
15. Хатефов, Э. Б. Селекция генетических источников признака засухоустойчивости для создания новых гибридов тетраплоидной кукурузы / Э. Б. Хатефов, А.М. Кагермазов // Аграрный вестник Урала. – 2011. – № 8 (87). – С. 8-11.
16. Хатефов, Э. Б. Селекция генетических источников признака засухоустойчивости для создания новых гибридов тетраплоидной кукурузы / Э. Б. Хатефов, А. М. Кагермазов, Б. Р. Карданова // В кн. Ameliorarea porumbului si utilizarea androsterilitatii citoplasmatice in producerea de seminte 2011. Pascani, Rep. Moldova|col.- Ch.: «Print-Caro», SRL. – 2011. – P. 205-209.
17. Хатефов, Э. Б. Расширение генетического полиморфизма исходного материала кукурузы для селекции на засухоустойчивость / Э. Б. Хатефов, А. М. Кагермазов, А. В. Хачидогов, Р. С. Кушхова, А. В. Казмахов // АПК России. – 2016. – № 3. – Т. 23. – С. 669-676.
18. Хатефов, Э. Б. Эффективность интродукции генетического материала теосинте в геном кукурузы при отборе на устойчивость к экстремальным факторам среды / Э. Б. Хатефов, Р. С. Кушхова, А. В. Хачидогов, Н. Чжао, М. Жанг // Актуальные инновационные исследования: наука и практика.– 2012. – № 3. – С. 9.
19. Хатефов, Э. Б. Эффективность селекции кукурузы с опушенным стеблем на устойчивость к стеблевому мотыльку / Э. Б. Хатефов, З. М. Малухов, Р. С. Кушхова, А. Б. Казмахов, А. В. Хачидогов // Технологии и приемы производства экологически безопасной продукции растениеводства: материалы Междунар. науч.-практ. конф., РУП. – Минск: ИВЦ Минфина, 2016. – С. 334-337.
20. Хатефов, Э. Б. Особенности селекции кукурузы в КБНИИСХ в связи с глобальным изменением климата / Э. Б. Хатефов, З. М. Малухов, В. Н. Мадянова, А. М. Кагермазов // Зерновое хозяйство России. – Ростов-на-Дону, 2010. – № 4. – С. 52-56.
21. Хатефов, Э. Б., Матвеева Г. В. Селекция новых гибридов засухоустойчивой тетраплоидной кукурузы / Э. Б. Хатефов, Г. В. Матвеева // Материалы Международной НПК «Роль отрасли семеноводства в обеспечении продовольственной безопасности». Таджикистан, 12 сентября 2015 г. – Душанбе, 2015. – С. 28-31.
22. Югенхеймер, Р. У. Кукуруза; улучшение сортов, производство семян, использование / Р. У. Югенхеймер. – М., «Колос», 1979.
23. Abdoul-Raouf, S. M. Utilization of wild relatives for maize (*Zea mays* L.) improvement / S. M. Abdoul-Raouf, J. Qiu, J. Mu, & Z. Liu // African Journal of Plant Science, – 2017. – 11(5). – 105-113.
24. Avinash, K. Flint-Garcia. Genetic Analysis of Teosinte Alleles for Kernel Composition Traits in Maize / K. Avinash, D. G. Jason, A.G. Sherry // Genes, Genomes, Genetics. – 2017. – Vol. 7. – P. 1157-1164.
25. Beadle, G. W. The mystery of maize / G.W. Beadle // Field Mus. Nat. Hist. Bull. 43: – 1972. – P. 2-11.
26. Beadle, G. W. Teosinte and the origin of maize. In Maize Breeding and Genetics, ed. DB Walden / G. W. Beadle // NewYork: Wiley. 5. – 1978. – P. 113-28.
27. Beadle, G. W. Teosinte and the origin of maize. J Hered / G. W. Beadle. – 1939; – 30: – P. 245-247.
28. Bernardo, R., Genomewide Selection for Rapid Introgression of Exotic Germplasm in Maize / R. Bernardo // Crop Science. – Vol. 49 No. 2. – P. 419-425 (2009)
29. Blakey, C. A. Tripsacum genetics: from observations along a river to molecular genomics / C. A. Blakey, D. Costich, V. Sokolov, M. N. Islam-Faridi / Maydica. – 2007. – V. 52. – P. 81-99.
30. Darlington, C. D.: Chromosome Botany and the Origins of Cultivated Plants. 2. / C. D Darlington // Aufl. George Allen & Unwin Ltd. – London, 1963. – 231 p.
31. Doebley J. The genetics of maize evolution. Annu Rev Genet. 2004; 38:37-59.
32. Duvick, S. A. Altering the fatty acid composition of corn belt corn through Tripsacum introgression / S. A. Duvick, L. M. Pollak, E.P.J. White // Maydica. – 2006. – V. 51. – No 2. – P. 409-416.
33. Ellstrand, N. C. Spontaneous hybridization between maize and teosinte / N. C. Ellstrand, L. C. Garner, S. Hegde, R. Guadagnuolo, L. Blancas // J. Hered. – 2007. – Mar-Apr; 98(2):183-7.
34. Emerson, R. A. A fertile tetraploid hybrid between *E. perennis* and *Z. mays*. / R. A. Emerson and G. P. Beadle // Amer. Nat. – 1930, 64. – P. 190-192 (1932).
35. Emerson, R. A., and G. W. Beadle, 1932 Studies of *Euchlaena* and its hybrids with *Zea*. II. Crossing over between the chromosomes of *Euchlaena* and those of *Zea* / R. A. Emerson and G. P. Beadle // Z. Abst. Vererb. 62: 305-315.
36. Eubanks, M. W. A genetic bridge to utilize Tripsacum germplasm in Maize improvement / Eubanks / M.W. Maydica, 51 (2006): 315-327.
37. Galinat, W. C. 1971b: The morphological nature of string-cob corn / W.C. Galinat // Maize genetics cooperation newsletter: 45. P. 95-96.
38. Galinat, W. C. The cupule and its role in the origin and evolution of maize / W.C. Galinat // Mass. Agr. Exp. Sta. Bull., 585, 1, 1970.

39. Galinat, W. C. The origin of maize / W.C. Galinat // *Ann.Review of Genetics*. – 1971. – 5. – P. 447-478.
40. Galinat, W. C. Tripsacum as a possible amphidiploid of wild maize and Manisuris / W. C. Galinat, R.S.K.Chaganti, F. D. Hager // *Bot. Mus. Leaflets*. Harvard Univ. Cambr. Mass. – 1964. – V.20. – P. 289-316.
41. Grobman, A. Tripsacum in Peru / A. Grobman // *Bot. Mus. Leafl. Harvard Univ.* – 1967, 21, 285.
42. Hernandez, X. E. Descripción de los Tripsacum diploides de Mexico; Tripsacum maizar y Tripsacum zopiloteense / X. E. Hernandez, L. F. Randolph // *Spp. Nov. Ofic. Estud. Esp. SAG. Fol. Tec. No. 4.* – 1950. – P. 1-28.
43. Hufford, M. Teosinte as a model system for population and ecological genomics / M. Hufford, P. Bilinski, T. Pyhäjärvi, J. Ross-Ibarra // *Trends in Genetics* 12:606-615. – 2012.
44. Hufford, M. B. Correction: The Genomic Signature of Crop-Wild Introgression in Maize / M. B. Hufford, P. Lubinsky, T. Pyhäjärvi, M. T. Devengeno, N. C. Ellstrand // *PLOS Genetics* 9(9): 10. 1371. – 2013.
45. Iltis, H. H. Taxonomy of zea (Graminea) / H. H. Iltis, J. F. Doebley // Subspecific gterosis in the zea maize complex and a generic synopsis // *Amer. J. Bot.* – 1980. – V. 67. – N 6. – P. 994-1004.
46. Karn, A. Genetic Analysis of Teosinte Alleles for Kernel Composition Traits in Maize G3: GENES, GENOMES, GENETICS Early online / A. Karn, J. D.Gillman, S. A. Flint-Garcia. – 2017. – February 10.
47. Lambert, R.J. Backcross response of two mature plant traits for certain corn – teosinte hybrids / R. J. Lambert, E. R. Leng // *Crop Sci.* – 1965. – V. 5. – P. 239-241.
48. Langham, D. C. The inheritance of intergeneric differences in Zea-Euchlaena Hybrids / D.C. Langham // *Genetics*. – 1940. – V. 25. – P. 88-108
49. Longley, A.E. Knob positions on corn chromosomes / A. E. Longley // *J.Agr. Res.* – 1939. – 59. – P. 475-490.
50. Mangelsdorf, P. C. Hybridization in the evolution of maize / P. C. Mangelsdorf // In: Gowen J.W. (ed) *Heterosis*. State College Press, Ames, IA. –1952. P. 175-198.
51. Mangelsdorf, P.C. Corn: its origin evolution and improvement / P.C. Mangelsdorf // Cambridge, Harv. Univ. Press., 1974.
52. Mangelsdorf, P. C. Prehistoric Wild and Cultivated Maize. In: Byers S. (Ed.) / P. C. Mangelsdorf, R. S. MacNeish, W.C. Galinat // *The Prehistory of the Tehuacan Valley, Vol.1. Environment and Subsistence*. Texas Univ.Press. – 1967. – P. 178-300.
53. Mangelsdorf, P. The origin of Indian corn and its relatives / P. C. Mangelsdorf Reeves R.C. // *Bull. Texas agric. Exp. Stn* 574. – 1939.
54. Mazoti, L. B. Interacciones nucleocitoplasmáticas / L. B. Mazoti, R.S. Velasquez // *Revista Agron. La Plata*. – 1962. – V. 28.
55. McCaw, M. Fluorescence In Situ Hybridization to Maize (Zea mays) Chromosomes / M. McCaw, N. Graham, J. Cody, N. Swyers, C. Zhao, J. Birchler // *Plant Biology*. – 2016.
56. Ramos-Madriral, J. Genome Sequence of a 5,310-Year-Old Maize Cob Provides Insights into the Early Stages of Maize Domestication / J. Ramos-Madriral, B. D. Smith, J. V. Moreno-Mayar, Gopalakrishnan Shyam, Ross-57. J. Ibarra, et al. // *Current Biology*. – 2016.
57. Randolph, L.F. The origin of maize / L. F. Randolph // *Indian J. Genet. Plant Breed.* 19. – 1959. – P. 1-22.
58. Sherry, A.. Wide variability in kernel composition, seed characteristics, and zein profiles among diverse maize inbreds, landraces, and teosinte. / A. Sherry, Flint-Garcia. L. Anastasia, Bodnar M. Paul Scott // *Theoretical and Applied Genetics*. October 2009, Volume 119, Issue 6, pp 1129–1142.
59. Şuteu D., Băcilă I., Haş V., Haş I., and Miclăuş M. Romanian Maize (Zea mays) Inbred Lines as a Source of Genetic Diversity in SE Europe, and Their Potential in Future Breeding Efforts. *PLoS One*. 2013; 8 (12): e85501.
60. Tantravahi, R. V. Cytology and crossability relationship of Tripsacum / R.V. Tantravahi // *Bussey Inst. Harvard. Univ.*, 123pp. 1968.
61. Tavcar, A. // *Jugoslav Acad. Znanosti i Umetnosti Prestampo* / A. Tavcar A.N 244. 1954. p. 74-93.
62. Trtikova, M. Teosinte in Europe – Searching for the Origin of a Novel Weed / M. Trtikova, A. Lohn, R. Binimelis, I. Chapela, B. Oehen, N. Zemp, A. Widmer, A. Hilbeck // *Scientific reports*. 2017. *Scientific Reports* | 7: 1560 |
63. Warburton, M. L. Genetic Diversity in CIMMYT Nontemperate Maize Germplasm: Landraces, Open Pollinated Varieties, and Inbred Lines / M. L. Warburton, J. C. Reif, M. Frisch, M. Bohn, C. Bedoya, X. C. Xia, et al. // *Crop Sci.* 48:617–624 (2008).
64. Wellhausen E. Races of Maize in Mexico / E. Wellhausen, J. Robert, X. Hernandez *Nat. Acad. Sci. Nat. Res. Council.* – 1952. - 423 p.
65. Wilkes, H. G. Teosinte: The Closest Relative of Maize. / H.G. Wilkes // *Bussey Institute, Harvard University, Cambridge, MA.* – 1967.
66. Yunbi, Xu *Advances in Maize Genomics and Their Value for Enhancing Genetic Gains from Breeding* / Xu Yunbi, Debra J. Skinner, Huixia Wu, Natalia Palacios-Rojas, Jose Luis Araus, et al. Warburton, and Jonathan H. Crouch // *International Journal of Plant Genomics*. Volume 2009 (2009), Article ID 957602, 30 p.

Виктор Семенович Щербак

Научн. сотр. отдела кукурузы,
ФГБНУ «Краснодарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства им. П.П. Лукьяненко»
Центральная усадьба КНИИСХ, Краснодар, 350012, Россия

Victor S. Scherbak

Researcher of the corn department
Federal Agency of Scientific Organizations «P.P. Lukyanenko Krasnodar Research Institute of Agriculture»,
Central Manor of KNIISKh, Krasnodar, 350012, Russia

Эдуард Балилович Хатефов

Вед. научн. сотр. отдела генетических ресурсов
крупяных культур
E-mail khatefov@vir.nw.ru
ФГБНУ ФИЦ «Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова»,
ул. Большая Морская, 42-44, г. Санкт-Петербург, 190000, Россия

Edvard V. Khatefov

Leading researcher of the department of genetic resources of cereals,
Federal Research Center the N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources, Federal Agency of Scientific Organizations,
42-44, ul. Bol'shaya Morskaya, St. Petersburg, 190000 Russia

УДК 635.527: 635.649

С. В. Королева, канд. с.-х. наук,
С. А. Юрченко,
Е. К. Казанцева,
г. Краснодар, Россия

СОРТОИСПЫТАНИЕ ГИБРИДОВ F₁ СЛАДКОГО ПЕРЦА ОТЕЧЕСТВЕННОЙ СЕЛЕКЦИИ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЗОНЕ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ

На демонстрационном участке отдела овощеводства были высажены 23 гибрида отечественной селекции, 3 сорта и 2 гибрида иностранной селекции. Проведена оценка гибридов по признакам продуктивности, качеству плодов в биологической и технической спелости, по дружности отдачи раннего урожая плодов с целью определения перспективности использования данных гибридов в товарном овощеводстве в условиях Краснодарского края. С учетом анализа гибридов по комплексу хозяйственно-ценных признаков и их адаптивности к стрессовым условиям Центральной зоны Краснодарского края на капельном орошении был определен статус гибридов по способу их использования. В первую группу вошли гибриды универсального направления: высокоурожайные, с дружной отдачей раннего урожая, с высокой степенью адаптации к местным условиям, с высоким качеством плодов, как в технической, так и биологической спелости, пригодные для выращивания в товарном овощеводстве и в личных подсобных хозяйствах. Это гибриды: Фишт F₁, Памир F₁, Селигер F₁, Факел F₁, (Куб х Ф463) F₁, LS-1551-01 F₁, Лекарь F₁, Темп F₁, Император F₁, Гибрид 320 F₁, Премьер F₁. Вторая группа представлена гибридами, которые по некоторым хозяйственно-ценным признакам уступали гибридам первой группы и будут, вероятно, иметь ограниченное внедрение в товарное овощеводство. Это гибрид Байкал F₁ и Гибрид 350 F₁, сорта Славутич, Кент F₁, гибриды с желтой окраской плода – Медовой F₁ и Медок F₁. Третья группа гибридов рекомендуется для выращивания в личных подсобных хозяйствах. Это сорта Кубанский консервный, Крепыш, Княжич F₁, Гибриды Виктор F₁, Натали F₁, Лагуна F₁, Корнелия F₁, Призер F₁ и Валентина F₁ не проявили свой потенциал в условиях текущего года.

Ключевые слова: перец сладкий, гибриды F₁, сортоиспытание.

VARIETAL TESTING OF F₁ HYBRIDS OF SWEET PEPPER OF DOMESTIC BREEDING IN THE CENTRAL ZONE OF KRASNODAR REGION

23 hybrids of domestic breeding, 3 varieties and 2 hybrids of foreign breeding were planted at the demonstration site of the vegetable-growing department. The evaluation of hybrids on the traits

of productivity, the quality of fruits in biological and technical ripeness, the vigor of the return of early yield to determine the prospects for the use of these hybrids in commercial vegetable production in Krasnodar region. Taking into account the analysis of hybrids on the set of economically valuable traits and their adaptability to the stress conditions of the Central zone of Krasnodar region on drip irrigation, the status of hybrids was determined by the way they were used. The first group included hybrids of a universal direction: high-yielding, with a vigor return of the early yield, with a high degree of adaptation to local conditions, with high quality fruits, both in technical and biological ripeness, suitable for growing in commercial vegetable production and in personal subsidiary plots. These are hybrids: Fisht F_1 , Pamir F_1 , Seliger F_1 , Fakel F_1 , (Kub \times F463) F_1 , LS-1551-01 F_1 , Lekar F_1 , Temp F_1 , Imperator F_1 , Hybrid 320 F_1 , Premier F_1 . The second group is represented by hybrids, which, according to some economically valuable traits, were inferior to the hybrids of the first group and would probably have a limited introduction to commercial vegetable production. These are Baykal F_1 and Hybrid 350 F_1 , varieties Slavutich, Kent F_1 , hybrids with yellow coloring – Medovey F_1 and Medok F_1 . The third group of hybrids is recommended for cultivation in personal part-time farms. These are varieties Kubanskiy Konservniy, Krepysh, Knyzhich F_1 . Hybrids Victor F_1 , Natalie F_1 , Laguna F_1 , Cornelia F_1 , Prizer F_1 and Valentina F_1 did not show their potential in the current year.

Key words: sweet pepper, F_1 hybrids, varietal testing.

Введение

Среди множества овощных культур, возделываемых в Краснодарском крае, особую ценность по свойствам веществ, накопленных в плодах, имеет сладкий перец. Известно, что по содержанию витамина С он стоит на первом месте среди овощей. В зависимости от степени спелости плода в нем накапливается в среднем 120-200 мг% аскорбиновой кислоты и в отдельных высоковитаминных сортах достигает 280-308 мг% [4]. Содержание рутина в красных плодах – 300-400 мг%. Особенно ценно то, что одновременное присутствие рутина и витамина С усиливает эффективность действия того и другого [2]. Кроме того, плоды перца при термической обработке сохраняют более половины витамина С, что не свойственно другим овощам. Кроме витамина С и Р-активных соединений, плоды перца содержат ряд ценных веществ и витаминов, а именно: 5-12% сухого вещества, витамины группы В, фолиевую и никотиновую кислоты. Из органических кислот содержат яблочную, лимонную, в меньшей мере – щавелевую. При созревании в плодах перца увеличивается количество сахара и повышается их витаминная ценность, прежде всего, содержание витаминов С и Р, каротиноидов. Сладкий перец – источник макро- и микроэлементов: железа, калия, кальция, натрия, магния, цинка, кремния, селена.

По утверждению ряда авторов, под перцем в России занято 20-25 тыс. га, и объемы его производства удовлетворяют спрос потребителя не более, чем наполовину [1]. Одна из причин – недостаток отечественных сортов, отвечающих требованиям товарного производства и переработки. Для увеличения производства отечественных семян перца в нашей стране селекционеры проделали большую работу по созданию новых сортов и гибридов перца сладкого, отвечающих по вкусо-

вым качествам потребительскому спросу и требованиям консервной промышленности.

В последние годы сортимент перца в России значительно расширился, в том числе за счет гетерозисных гибридов. В 2017 г. в Госреестре селекционных достижений РФ зарегистрировано более 600 сортов и гибридов; по Северо-Кавказскому региону – 69 сортов и 57 гибридов F_1 – для товарного производства, в том числе отечественной селекции – 24 гибрида F_1 . Это объясняется рядом преимуществ гибридов перед сортами: гетерозис по ранней урожайности, более высокие товарные качества плодов. Гетерозисные гибриды лучше сохраняют генеративные органы в онтогенезе при неблагоприятных условиях и по этой причине имеют большее число плодов на растении. Надо отметить, что даже при обычной агротехнике гетерозисные гибриды имеют преимущество над лучшими районированными сортами – на 10-15% [3]. Использование гетерозисных гибридов на высоком агрофоне позволяет значительно повысить урожайность сладкого перца.

Однако следует заметить, что за последние 3 года по 6 региону для товарного производства сортимент расширился незначительно – 2 гибрида и 1 сорт. Поэтому актуальность создания гибридов F_1 для товарного производства сохраняется. Гибриды для товарного овощеводства должны превосходить по хозяйственно-ценным признакам иностранные аналоги, но цену гибридных семян необходимо устанавливать, исходя из целесообразности выращивания гибридов F_1 в открытом грунте. Это создаст объективные предпосылки для импортозамещения.

В 2016 году на демонстрационном участке овощных культур ФГБНУ «ВНИИ риса» проведено испытание гибридов F_1 перца сладкого отечественной селекции: агрофирмы Поиск (8 образцов), ФГБНУ

«ВНИИССОК» (7 образцов), селекционной станции им. Н. Н. Тимофеева (1 образец), ФГБНУ «ВНИИ риса» (9 образцов), фирмы Sakata (2 образца).

Цель исследований – провести оценку гибридов отечественной селекции по комплексу хозяйственно-ценных признаков и определить статус гибрида по его использованию в условиях центральной зоны Краснодарского края.

Методика проведения сортоиспытания

Посев коллекционного материала для полевого сортоиспытания проводился в 2 срока – 29 марта и 5 апреля. Способ выращивания – кассетная (кассета № 96) рассада. Место выращивания рассады – неотапливаемая теплица. Всходы получали в световой комнате. Массовые всходы – 12-16 апреля.

Предшественник – пшеница, полив – капельный. Основное удобрение вносили локально в борозды перед высадкой в дозе $N_{120}P_{120}K_{120}$ по д.в. В период вегетации проведены следующие подкормки: корневая через капельку (20 кг по д.в. азота) и две внекорневых в период плодоношения водорастворимым удобрением кальбит С и антистрессовым препаратом альбит.

Высадка рассады в поле – 15-20 мая по схеме (90+50) x 30 см. Площадь делянки – 8,4 м², повторность – однократная. В течение вегетации проводились фенологические наблюдения по следующим фазам: цветение, плодообразование, техническая и биологическая спелость плодов.

В первую уборку 17.08.2017 провели сбор плодов в фазе биологической спелости, последующие – 30.08 и 11.09 – в технической спелости, последняя уборка 5.10.2017 – общая.

В период уборки описывали образцы по комплексу признаков, включая: общую массу плодов, товарную массу плодов, количество плодов, толщину стенки плода, вкусовые качества, цвет и форму плода. При этом учитывали отдельно стандартные плоды, большие и нестандартные. Для оценки динамики формирования плодов на растении и качества плодов отдельно описывали и взвешивали плоды с 1-го растения в фазе технической спелости. Перед уборкой проводили учеты по распространению заболеваний на делянках.

Погодные условия по температуре в первой половине вегетации перца (3-я декада мая – июль) были близки к среднестатистическим, но отличались более обильными осадками, что способствовало вегетативному росту растений, завязыванию и формированию крупных плодов. В августе высокая температура (среднемесячная – 26,3 °С) в сочетании с сухостью воздуха из-за отсутствия осадков вызвала развитие вершинной гнили плодов, отрицательно повлияла на рост и формирование плодов. Теплая погода в сентябре продлила период активного роста растений и плодов и позволила провести уборку урожая в начале октября.

Результаты и обсуждение

У перца сладкого форма плода является определяющим хозяйственным признаком при подборе сортифта. Поэтому было принято решение разделить гибриды при анализе полученных результатов на группы: с конусовидными, призмовидными и кубовидными плодами. Поскольку представленный сортимент имел большое разнообразие по хозяйственно-ценным и морфологическим признакам, а также потенциально высокую урожайность, мы посчитали некорректным выбирать определенный стандарт и сравнивать с ним. В задачи исследований входило проанализировать особенности плодоношения в разные фазы развития растений, определить влияние стрессовых условий во второй половине лета на отдачу биологически спелых плодов, которые имеют большую питательную ценность и более высокую цену.

На товарность урожая перца, наряду с другими признаками, большое влияние оказывает выравненность плодов по массе и форме. Уборка урожая индивидуально по растениям в технической спелости плодов, через 30-35 дней после начала созревания, позволила выявить гибриды, более стабильные по выравненности плодов.

Из таблицы 1 видно, что среди конусовидных перцев «мельчание плодов» в слабой степени проявилось на гибридах Памир F₁, Медовой F₁, Байкал F₁ и на сорте Славутич, у которых коэффициент вариации (V, %) составил не более 10%. Гибрид Император F₁ имел наименее выравненные плоды по массе – коэффициент вариации (V, %) – 24%. Призмовидные перцы отличались более выравненными плодами по массе – изменение коэффициента вариации (V, %) – от 9 до 14%, причем для 4-х гибридов из 7 он составил 9%. Но надо отметить, что эта группа гибридов была менее стабильна по форме плода – от призмы до укороченного конуса (табл. 1). Среди кубовидных перцев по высокой выравненности плодов по массе и форме следует отметить гибрид Медок F₁. Как правило, в полевых условиях «мельчанию» плодов больше были подвержены очень крупноплодные гибриды. Для таких гибридов необходим более частый сбор урожая и особый режим питания.

По высокой отдаче урожая технически спелых плодов за первый месяц плодоношения выделились гибриды: Фишт F₁, Факел F₁, Темп F₁, Лагуна F₁, Гибрид 350 F₁; продуктивность одного растения была в пределах 1050-1232 г. Более позднеспелыми и менее урожайными за этот период были гибриды: Памир F₁, Виктор F₁, Натали F₁, Валентина F₁, Гусар F₁, продуктивность которых была в пределах 540-605 г с растения. Остальные гибриды и сорта занимали промежуточное положение.

Высокая температура в августе способствовала быстрому переходу плодов в фазу биологической спелости. Массовое созревание плодов большин-

Таблица 1. Характеристика гибридов по признакам продуктивности в технической спелости плодов, 2017 г.

№/№	Название образца	Продуктивность 1-го растения в г. на дату уборки 3.08	Масса плодов с растения, г.	Количество плодов, шт.	Коеф. вариации массы плода V, %	Толщина стенки плода, мм.	Выравненность по форме плодов
Конусовидные перцы							
1	Фишт F ₁	1050	90-150	10	17,1	5-6	высокая
2	Памир F ₁	605	75-95	6	9,6	4,5-5	высокая
3	Селигер F ₁	686	105-140	6	14,0	5-6	высокая
4	Медовой F ₁	885	115-145	7	8,0	5-6	высокая
5	Факел F ₁	1170	110-150	9	12,6	5,5-6,5	высокая
6	Славутич	688	80-95	8	7,6	4-5	высокая
7	Кубанский консервный	745	80-115	8	13,1	5	высокая
8	Крепыш	808	90-120	8	11,2	6	высокая
9	Император F ₁	890	100-190	6	24,0	5,5-7	высокая
10	Виктор F ₁	500	90-120	5	15,0	6	высокая
11	Натали F ₁	545	100-135	5	13,0	5	средняя
12	Байкал F ₁	847	110-135	7	7,0	5-6	высокая
Призмовидные перцы							
13	Лагуна F ₁	1020	145-200	6	13,4	6-7	средняя
14	Темп F ₁	1120	125-160	8	9,0	5,5-7	средняя
15	Лекарь F ₁	810	140-180	5	9,0	5	средняя
16	(Куб х Ф463) F ₁	885	130-165	6	9,0	6	высокая
17	Валентина F ₁	695	110-155	5	13,0	5	низкая
18	Гибрид 350 F ₁	1100	130-185	7	14,0	6	средняя
19	Кент F ₁	975	170-220	5	9,0	5	средняя
Кубовидные перцы							
20	Княжич F ₁	840	150-185	5	14,0	5-6	высокая
21	Медок F ₁	1048	124-155	8	8,6	5,5-6	высокая
22	LS-1551-01 F ₁	880	100-180	6	25,0	5-6,5	высокая
23	Гусар F ₁	540	85-155	5	27,6	5	средняя
24	Премьер F ₁	735	120-180	5	16,7	6	высокая
25	Корнелия F ₁	705	140-200	4	16,0	7-8	высокая
26	Призер F ₁	805	140-190	5	13,0	6	средняя
27	Гибрид 320 F ₁	1232	140-245	7	21,0	6-8	высокая

ства гибридов отмечено 15-18 августа.

Условия выращивания перца в период перехода плодов от технической спелости в биологическую в 2017 году нельзя назвать оптимальными: температура выше среднемноголетней на 4,8 °С, низкая влажность воздуха, перепады влажности почвы. Комплекс стрессовых факторов, воздействующих на растения, вызвал усиленную транспирацию листьев, дневное увядание растений, что привело к нарушению поступления кальция в растения и вызвало появление вершинной гнили плодов. При уборке плодов в биологической спелости 18 августа проведен учет нестандартных плодов, в том числе, пораженных данным заболеванием. Надо

отметить, что реакция различных гибридов на стрессовые условия была неоднозначной.

Поражение растений столбуром и вирусными инфекциями по демонстрационному участку было незначительным. На делянках распространение заболеваний было в пределах от 0 до 10%. Наибольшее поражение столбурным увяданием отмечено на гибриде Виктор F₁, вирусными заболеваниями – на гибриде Кент F₁. Без признаков поражения отмечены следующие гибриды: Фишт F₁, Селигер F₁, (Куб х Ф463) F₁, Валентина F₁, гибрид 320.

Результаты испытания гибридов, представленные в таблице 2, показывают, что в группе конусовидных перцев наиболее высокие результаты

по урожайности красных плодов получены на гибридах Фишт F₁, Селигер F₁, Факел F₁ и Памир F₁ – 26,4-27,7 т/га при товарности плодов 95,9-98,3%; желтоплодный гибрид Медовой F₁ по товарному урожаю также не уступал этим гибридам. По сбору красных плодов, их качеству и общим сбором самые высокие показатели в группе конусовидных перцев имел перспективный гибрид Факел F₁ – 78,2 т/га. Следует выделить крупноплодный гибрид Император F₁, который уступал вышеперечисленным гибридам по отдаче красных плодов, но имел высокую товарность урожая (98,2%) и высокую общую урожайность – 66,0 т/га. Сорт Славутич по признакам плода, близкий к гибриду Памир F₁,

уступил ему по отдаче раннего урожая и товарности плодов на 1,9 т/га и 2,6% соответственно, но превысил по общей урожайности на 3,9 т/га.

Среди перцев с призмочной формой плода наиболее раннеспелые, адаптированные к стрессу и урожайные, – это гибриды Темп F₁ и перспективный гибрид (Куб х Ф463) F₁ (табл. 2). Приближается к ним по двум показателям гибрид Кент F₁, но уступает по общей урожайности на 11,8-27,4%.

Кубовидные перцы наиболее требовательны к условиям выращивания и преимущественно предназначены для закрытого грунта. Приятно было увидеть среди отечественных новинок гибриды, адаптированные к условиям открытого грунта и

Таблица 2. Результаты оценки гибридов F₁ и сортов перца сладкого по признакам продуктивности за период вегетации, 2017 г.

№/№	Название образца,	Урожайность биологически спелых плодов на 18.08, т/га	Товарность урожая, %	Общая урожайность, т/га	Средняя масса плода в технической спелости, г	Средняя масса плода в биологической спелости, г
Конусовидные перцы						
1	Фишт F ₁	27,6	97,4	59,3	105	125
2	Памир F ₁	26,4	95,9	61,8	80	104
3	Селигер F ₁	27,5	98,3	60,8	114	132
4	Медовой F ₁	29,2	91,0	68,5	126	146
5	Факел F ₁	27,7	96,0	78,2	130	136
6	Славутич	24,5	93,2	65,7	86	100
7	Кубанский консервный	22,1	94,2	52,9	93	118
8	Крепыш	21,5	92,1	58,2	101	108
9	Император F ₁	19,6	98,2	66,0	148	158
10	Виктор F ₁	8,0	88,0	49,8	100	132
11	Натали F ₁	-	-	51,6	109	-
12	Байкал F ₁	16,7	89,6	63,6	121	138
Призмочные перцы						
13	Лагуна F ₁	8,6	67,3	45,0	170	224
14	Темп F ₁	21,5	95,8	63,1	140	160
15	Лекарь F ₁	11,6	92,8	56,8	160	166
16	(Куб х Ф463) F ₁	22,1	94,5	71,2	148	164
17	Валентина F ₁	16,4	78,4	54,1	139	145
18	Гибрид 350 F ₁	11,0	82,9	57,8	157	164
19	Кент F ₁	21,5	91,4	55,9	195	182
Кубовидные перцы						
20	Княжич F ₁	10,2	77,6	51,0	168	220
21	Медок F ₁	17,0	76,7	65,0	131	194
22	LS-1551-01 F ₁	29,7	95,3	70,8	147	166
23	Гусар F ₁	10,3	76,6	56,9	107	134
24	Премьер F ₁	12,6	93,3	68,8	147	152
25	Корнелия F ₁	-	-	36,7	175	-
26	Призер F ₁	8,3	80,9	51,2	161	190
27	Гибрид 320 F ₁	25,8	95,6	68,2	176	214

показавшие высокие результаты, как по сбору биологически спелых плодов, так и по общей урожайности, – это гибриды LS-1551-01F₁ и гибрид 320 (табл. 2). Следует подчеркнуть, что они были на уровне лучших гибридов с конусовидными плодами, при этом гибрид 320 имел очень крупные плоды массой 176-214 г. Гибрид Премьер F₁ характеризовался более длительным переходом в биологическую спелость плодов, но по общей урожайности и качеству урожая не уступал гибридам LS-1551-01F₁ и 320. Гибрид Медок F₁ также показал

хорошие результаты при уборке в технической спелости плодов, имел красивые стандартные плоды, но при уборке в биологической спелости он имел более низкие показатели по товарности и урожайности.

С учетом анализа гибридов по комплексу хозяйственно-ценных признаков и их адаптивности к стрессовым условиям Центральной зоны Краснодарского края на капельном орошении был определен статус гибридов по способу их использования (табл. 3).

Таблица 3. Рекомендации по использованию гибрида по результатам оценки в 2017 г.

№/№	Название образца	Учреждение-оригинатор	Рекомендации по использованию гибрида, сорта
Конусовидные перцы			
1	Фишт F ₁	ВНИИ риса	Универсальный. Регулярная уборка плодов, для выращивания в ЛПХ и в товарном овощеводстве
2	Памир F ₁	ВНИИ риса	Для товарного производства, для консервной промышленности – фаршировка
3	Селигер F ₁	ВНИИ риса	Универсальный, для интенсивных технологий. Салатного назначения
4	Медовой F ₁	ВНИИ риса	ЛПХ, ограничено – в товарном производстве. Салатного назначения
5	Факел F ₁	ВНИИ риса	Универсальный, для интенсивных технологий. Для консервной промышленности – на лечо
6	Славутич	ВНИИ риса	ЛПХ, для домашнего консервирования, для консервной промышленности – фаршировка
7	Кубанский консервный	ВНИИ риса	ЛПХ, для домашнего консервирования
8	Крепыш	ВНИИ риса	ЛПХ, для домашнего консервирования
9	Император F ₁	«Поиск»	Универсальный, для интенсивных технологий регулярных сборов. Салатного назначения
10	Виктор F ₁	ВНИИССОК	Не рекомендуется для использования в зоне испытания, позднее созревание
11	Натали F ₁	ВНИИССОК	Не рекомендуется для использования в зоне испытания, позднее созревание, неустойчив к заболеваниям
12	Байкал F ₁	«Поиск»	ЛПХ, ограничено – в товарном овощеводстве. Салатного назначения
Призмовидные перцы			
13	Лагуна F ₁	Sakata	Неустойчив к вершинной гнили плодов, ограничено – в ЛПХ, в закрытом грунте
14	Темп F ₁	С/с им. Н. Н. Тимофеева	Универсальный, салатного назначения. Регулярная уборка плодов
15	Лекарь F ₁	ВНИИССОК	Для открытого грунта. ЛПХ. Для расширения ассортимента
16	(Куб х Ф463) F ₁	«ВНИИриса»	Универсальный, салатного назначения. Регулярная уборка плодов
17	Валентина F ₁	«Поиск»	Не рекомендуется для использования в зоне испытания, не адаптирован к стрессам
18	Гибрид 350 F ₁	«Поиск»	Для открытого грунта. ЛПХ. Для расширения ассортимента. Уборка в технической спелости
19	Кент F ₁	Sakata	ЛПХ и ограничено – в товарном овощеводстве. Для расширения ассортимента. Уборка плодов – в технической спелости
Кубовидные перцы			
20	Княжич F ₁	ВНИИССОК	ЛПХ, для уборки в технической спелости, закрытый грунт
21	Медок F ₁	ВНИИССОК	ЛПХ, для уборки в технической спелости, закрытый и открытый грунт
22	LS-1551-01 F ₁	ВНИИССОК	Универсальный, перспективный в зоне испытания для товарного овощеводства и ЛПХ
23	Гусар F ₁	ВНИИССОК	Неперспективен в зоне испытания
24	Премьер F ₁	«Поиск»	Универсальный. Для расширения ассортимента, для товарного овощеводства и ЛПХ.
25	Корнелия F ₁	«Поиск»	Неперспективен в зоне испытания
26	Призер F ₁	«Поиск»	Неперспективен в зоне испытания
27	Гибрид 320 F ₁	«Поиск»	Высокоурожайный, устойчив к стрессам, перспективный для выращивания в ЛПХ и в товарном овощеводстве

В первую группу вошли гибриды универсального направления: высокоурожайные, с дружной отдачей раннего урожая, с высокой степенью адаптации к местным условиям, с высоким качеством плодов, как в технической, так и биологической спелости, пригодные для выращивания в товарном овощеводстве и в личных подсобных хозяйствах. Это гибриды селекции ВНИИ риса: Фишт F₁, Памир F₁, Селигер F₁, Факел F₁, (Куб х Ф463) F₁; селекции ВНИИССОК: LS-1551-01 F₁, Лекарь F₁; селекции Селекционной станции им. Н. Н. Тимофеева: Темп F₁, селекции агрофирмы «Поиск»: Император F₁, Гибрид 320 F₁, Премьер F₁.

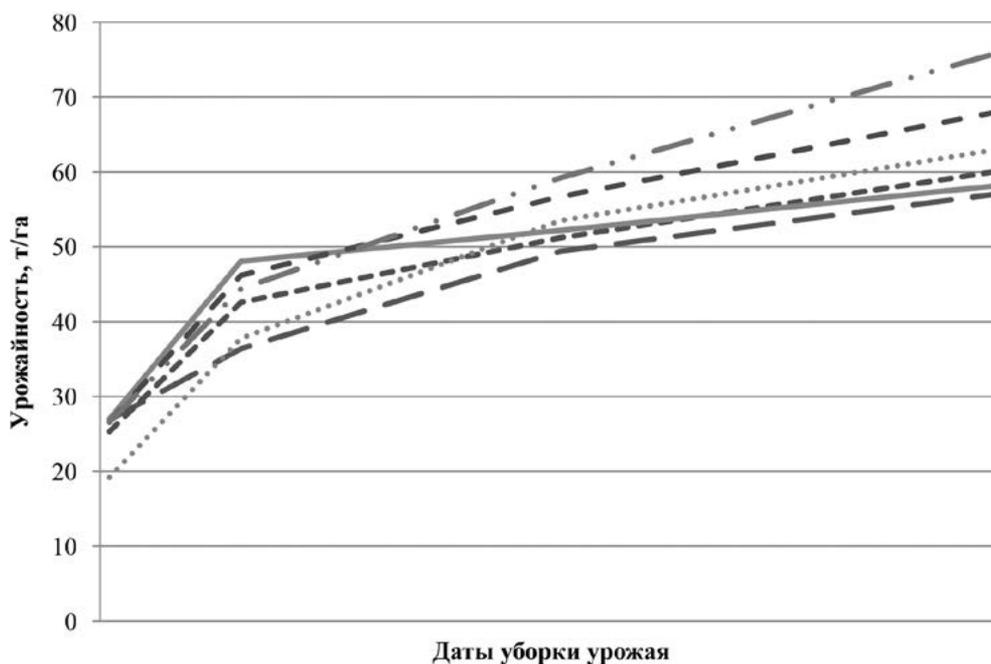
Вторая группа представлена гибридами, которые по некоторым хозяйственно-ценным признакам уступали гибридам первой группы и будут, вероятно, иметь ограниченное внедрение в товарное овощеводство. Это гибриды Байкал F₁ и Гибрид 350 F₁ («Поиск»), сорт Славутич (ВНИИ риса), Кент F₁ (Sakata), гибриды с желтой окраской плода –

Медовой F₁ (ВНИИ риса) и Медок F₁ (ВНИИССОК).

Третья группа гибридов рекомендуется для выращивания в личных подсобных хозяйствах. Это сорта ВНИИ риса Кубанский консервный, Крепыш, селекции ВНИИССОК – Княжич F₁.

Гибриды Виктор F₁, Натали F₁, Лагуна F₁, Корнелия F₁, Призер F₁ и Валентина F₁ не проявили свой потенциал в условиях текущего года.

На рисунках 1, 2, 3 представлена динамика поступления урожая гибридов перца 1-й группы в течение вегетации, рекомендованных для товарного производства. Надо отметить общую тенденцию, которая отражена на графиках, – начиная со 2-й уборки урожая сортовые различия по урожайности приобрели наиболее выраженный характер. По конусовидным и призмовидным перцам эта тенденция сохранилась до конца уборки (рис. 1, 2), в то время как кубовидные перцы в конце уборки выровнялись по урожайности (рис. 3).



	Даты уборки урожая			
	18 авг	25 авг	11 сен	04 окт
— — Фишт F1	26,9	36,4	49,4	57
---- Памир F1	25,3	42,6	51,2	60
— Селигер F1	27	48,1	52,2	58,1
- - Медовой F1	26,6	46,2	56,7	67,9
— · Факел F1	26,6	44,4	59,2	75,7
..... Император F1	19,2	37,8	53,5	62,9

Рис. 1. Динамика поступления товарного урожая конусовидных гибридов перца в течение вегетации, 2017 г.

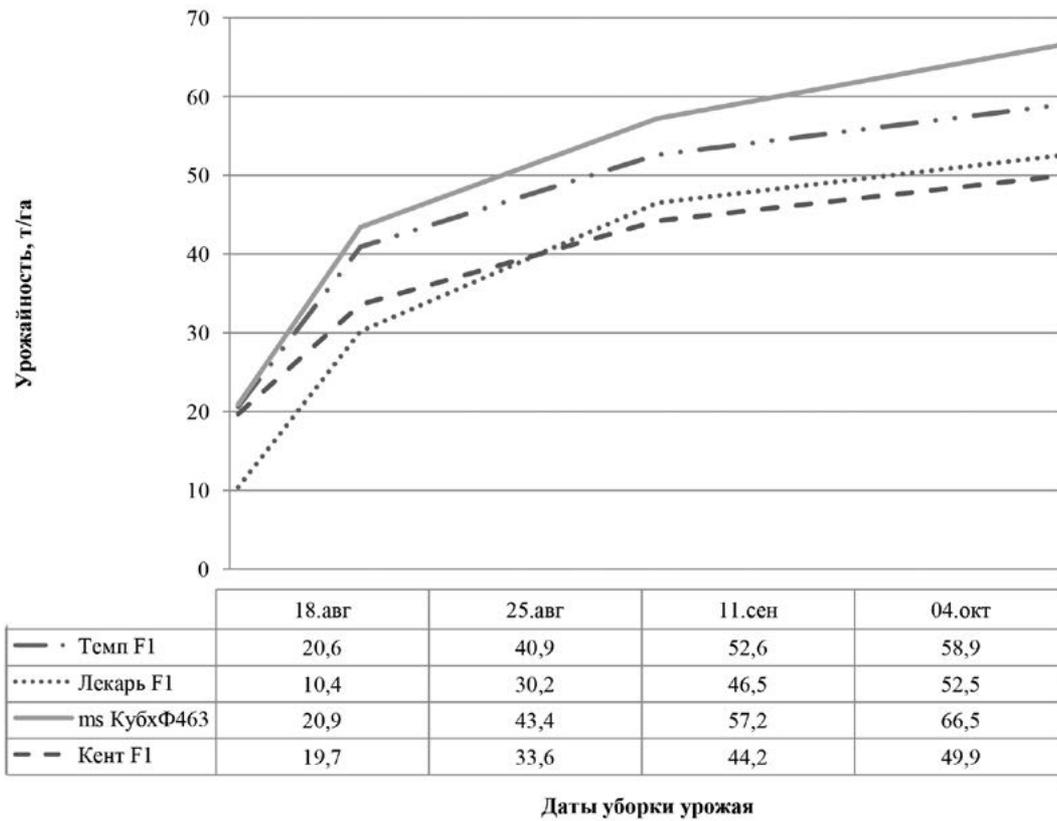


Рисунок 2. Динамика поступления товарного урожая призмовидных гибридов перца в течение вегетации, 2017 г.

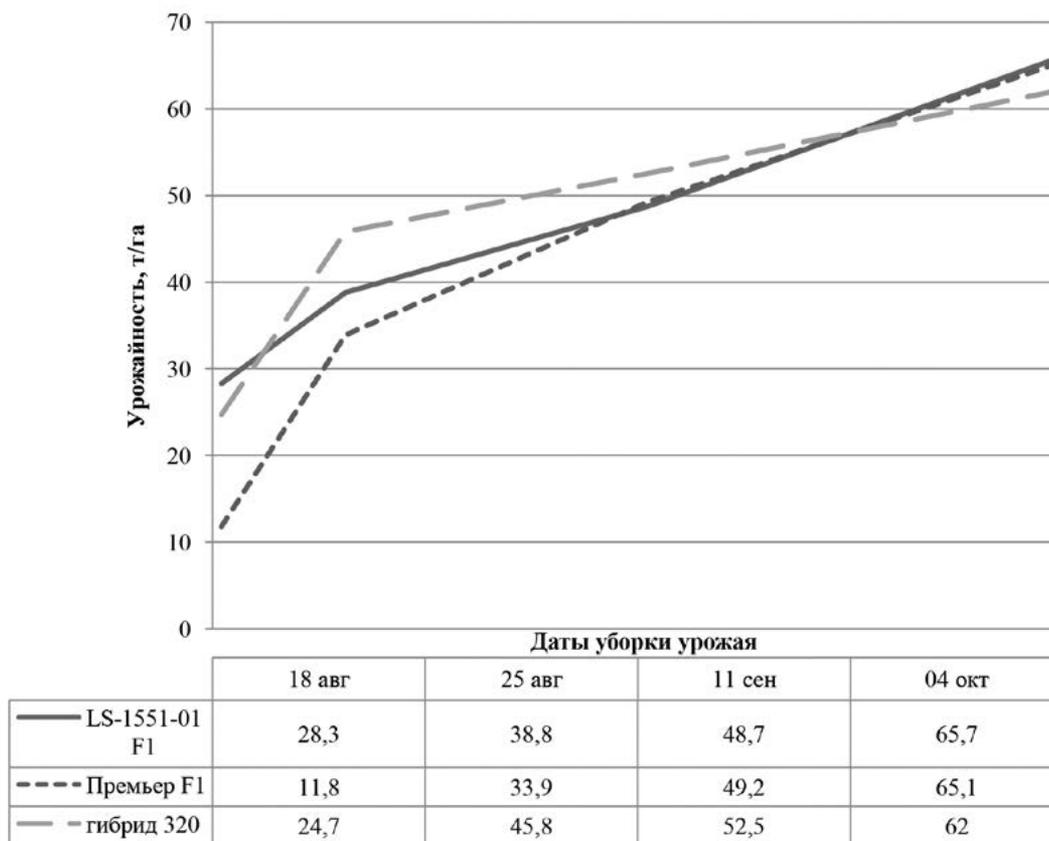


Рисунок 3. Динамика поступления товарного урожая кубовидных гибридов перца в течение вегетации, 2017 г.

Выводы

Селекция по созданию гибридов перца сладкого в различных научных учреждениях направлена на получение высокопродуктивных гибридов с высоким качеством плодов, различающихся по форме, окраске и размерам.

В результате оценки по комплексу хозяйственных признаков и адаптивности к местным условиям выделены высокоурожайные, с дружной отдачей раннего урожая, гибриды, высокотоварные по качеству плодов, для выращивания в товарном овощеводстве: Фишт F₁, Памир F₁, Селигер F₁,

Факел F₁, (Куб х Ф463) F₁, LS-1551-01 F₁, Лекарь F₁, Темп F₁, Император F₁, Премьер F₁.

Гибриды с желтой окраской плода – Медовой F₁ и гибрид 320 F₁ – также отвечают требованиям товарного производства, но площади под гибридами такого типа пока незначительны.

Гибрид Байкал F₁ и Гибрид 350 F₁ сорта Славутич, Кубанский консервный, Крепыш, гибриды Кент F₁ и Княжич F₁ рекомендуются для выращивания в личных подсобных хозяйствах, т. к. не по всем хозяйственным признакам отвечают требованиям товарного производства.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Борисов, А. В. Качество и лежкость овощей / А. В. Борисов, С. С. Литвинов, А. В. Романова. – М., 2003. – 625 с.
2. Гикало, Г. С. Культура перца и баклажана в Краснодарском крае / Г. С. Гикало. – Краснодар: Краснодарское книжное издательство, 1972. – 80 с.
3. Гиш, Р. А. Технология выращивания перца на юге России в условиях малых форм хозяйствования: научн.-произ. пособие / Р. А. Гиш, Е. Н. Благородова, С. Г. Лукомец. – Краснодар: Куб ГАУ, 2013. – 52 с.
4. Тимин, О. Ю. Создание гибридов перца сладкого с улучшенным биохимическим составом на стерильной основе: автореф. дисс.... канд. с.-х. наук / О. Ю. Тимин. – М., 2005. – 24 с.

Светлана Викторовна Королева

Вед. научн. сотр. отдела овощекартофелеводства,

Svetlana V. Koroleva

Leading Researcher of Vegeticulture and Potato Growing department,

Семен Александрович Юрченко

Мл. научн. сотр. отдела овощекартофелеводства,

Semyon A. Yurchenko

Junior Researcher of Vegeticulture and Potato Growing Department,

Екатерина Константиновна Казанцева

Все: ФГБНУ «ВНИИ риса»
Белозерный, 3, Краснодар, 350921, Россия
E-mail: arrri_cub@mail.ru

Ekaterina K. Kazantseva

All-Russian Rice Research Institute
3 Belozerny, Krasnodar, 350921, Russia



УДК:635.262:631.527

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

ПРИМЕНЕНИЕ ЦЕОЛИТОВ В СЕМЕНОВОДСТВЕ ЯРОВОГО ЧЕСНОКА СОРТА ЕЛЕНОВСКИЙ

На орошаемом участке размножения ярового чеснока сорта Еленовский определена реакция сорта на изменение подвижности и доступности элементов минерального питания. Применение орошения в вегетационный период позволило исключить зависимость урожайности ярового чеснока от погодных условий. Установлено, что совместное применение удобрений и цеолитов обеспечило максимальное увеличение параметров луковицы чеснока: диаметр увеличился на 10 мм, а масса луковицы увеличилась на 16%. При одинаковой густоте посадки на гектаре в среднем дополнительно собрали урожай больше на 30,6%. Цеолиты увеличивали на 12,6% эффективность использования удобрений корневой системой растений. Определено, что доля влияния внесения в почву туков и агроруд в формирование урожая ярового чеснока сорта Еленовский составляла 47,4%.

Ключевые слова: цеолиты, агроруды, яровой чеснок, минеральные удобрения, капельный полив, сорт Еленовский.

USE OF ZEOLITES IN THESEED PRODUCTION OF SPRING GARLIC YELENOVSKY

On the irrigated breeding site of spring garlic Yelenovsky, the reaction of variety to changes in the mobility and availability of elements of mineral nutrition was determined. The use of irrigation in the growing season made it possible to exclude the dependence of spring garlic yield on weather conditions. It was found that the joint application of fertilizers and zeolites provided the maximum increase in the parameters of the bulb of garlic: the diameter increased by 10 mm, and the bulb weight increased by 16%. With the same density of planting per hectare, on average, the yield was increased by 30.6%. Zeolites increased the efficiency of fertilizer use by the root system of plants by 12.6%. Certainly, the share of the influence of the introduction of solid fertilizers and agronomical ores in the soil into the yield formation of the spring garlic Yelenovsky was 47.4%.

Key words: zeolites, agronomical ores, spring garlic, mineral fertilizers, drip irrigation, Yelenovsky variety.

Введение

Большой потенциал в семеноводстве и получении качественного посадочного материала ярового чеснока – применение сбалансированных норм удобрений совместно с цеолитом на фоне орошения. Полив влияет на поступление в растения элементов минерального питания. На участках размножения ярового чеснока наиболее перспективный способ орошения – капельный полив. Применение капельного орошения позволяет экономно расходовать воду, уменьшить прямые затраты на орошение, способствует увеличению качественных и количественных показателей продуктивности, снижению риска распространения бактериальных и грибных болезней, создает благоприятные условия для своевременного механизированного ухода за растениями. Капельный полив сглаживает температурные колебания в почве, не дает быстро созреть (выгореть) не набравшим массу

луковицам яровых сортов чеснока. Кроме того, при монтаже дополнительного оборудования, используя систему капельного полива, можно проводить корректирующие подкормки растений (фертигацию), что позволяет при необходимости компенсировать дефицит элементов минерального питания.

Глубина проникновения корневой системы у ярового чеснока – 30-40 см, ширина – на 35-40 см. Таким образом, объем почвы, из которой корни берут питательные вещества, невелик, но использует его чеснок очень интенсивно. Основная масса корешков располагается в слое почвы 5-20 см глубиной [1]. Учитывая это, при закладке опыта удобрения и цеолиты вносили в посадочные борозды, тем самым размещали агромультиоранты в зоне активного корнеобразования [2]. При планировании сбалансированной нормы применения удобрений учитывалось валовое и доступное содержание макроэлементов в почве, вынос питательных эле-

ментов с урожаем луковиц чеснока [3, 4].

Целью проводимых исследований является определение реакции ярового сорта Еленовский на улучшении условий корневого питания.

Материалы и методы

Объектом исследований являлся яровой чеснок сорта Еленовский селекции ФГБНУ «ВНИИ риса» на участке размножения посадочного материала.

Зубки чеснока высаживали в марте ленточным способом по схеме 90+50 см. Расстояние между зубками в рядке – 10 см. Глубина посадки зубков – 6-8 см. Площадь делянки – 14 м². Повторность в каждом варианте опыта – трехкратная. При закладке опытов и проведении исследований использовали методику полевого опыта в овощеводстве С. С. Литвинова [5]. Статистическая обработка полученных данных проведена согласно методике Б. А. Доспехова [6] и В. А. Дзюбы [7].

Для полива использовали капельные системы фирмы «Нетафим». Расход воды при поливе – 40 м³/га. Поливы проводили при влажности 75-80 % от НВ (наименьшей влагоемкости) с межполивным периодом 10-12 суток в зависимости от метеорологических условий. Агротехника выращивания посадочного материала ярового чеснока на опытном участке выполнялась в соответствии с разработанными в отделе овощекартофелеводства ФГБНУ «ВНИИ риса» рекомендациями [8, 9].

Результаты и обсуждения

Сразу после посадки зубки ярового чеснока начинают активно отрастать и формировать корневую систему. Темп роста и ветвления корневой системы интенсивнее, чем у озимых сортов чеснока, и зависит от температурного режима и водного баланса почвы. Корневая система ярового чеснока быстро занимает объем почвы и интенсивно ее использует. Поэтому чеснок, выращиваемый в яровой культуре, очень требователен к плодородию почвы, ее подготовке и внесению удобрений, необходимого для роста и созревания луковиц. В проводимых ранее исследованиях в отделе овощекартофелеводства ФГБНУ «ВНИИ риса» для центральной зоны Краснодарского края было определено наиболее оптимальное сочетание и норма основных элементов минерального пита-

ния N₆₀ P₆₀ K₆₀ д.в./га, при внесении в почву перед посадкой ярового чеснока [4, 9].

Внесение удобрений способствовало увеличению диаметра и размера луковиц. Урожайность луковиц чеснока увеличилась на 18,0% в сравнении с контрольным вариантом. Внесение цеолитов (500 кг/га) в посадочные борозды на фоне удобрений при весенней высадке ярового чеснока сорта Еленовский обеспечило увеличению массы луковок на 10 г и получение 30,6% прибавки урожая (табл. 1). Таким образом, результаты исследований показывают, что внесение цеолитов в комплексе с удобрениями в почву способствовали улучшению качественного и количественного состава компонентов минерального питания корневой системы. Совместное внесение кремнийсодержащих препаратов и удобрений способствовало повышению эффективности внесенных туков на 12,6%.

Дисперсионный анализ помог выделить (выявить) долю влияния агромероприятий по улучшению условий минерального питания корневой системы от других факторов, влияющих на урожайность ярового чеснока сорта Еленовский, которая составила 47,4%. Благодаря применению орошения на участке, гидротермические условия периода выращивания не оказали влияние на урожайность чеснока. Поливы сглаживали стрессовое воздействие высоких температур, исключали дефицит почвенной влаги, способствовали лучшей подвижности и доступности минеральных веществ.

Доля влияния на урожайность общих факторов, таких, как биологические свойства сорта, сложившийся инфекционный фон, уровень агротехники и другие, составила 54,8% (рис.1).

Совместное применение цеолитов и удобрений при выращивании ярового чеснока сорта Еленовский обеспечивало максимальную продуктивность, позволяло эффективно использовать удобрения, потенциал почвенного плодородия и способствовало улучшению состояния почвы.

Выводы

1. Применение цеолитов с основными элементами минерального питания способствует улучшению корневого питания на всех этапах роста и развития растений, стабилизирует физиологическое

Таблица 1. Влияние цеолитов на урожайность и биометрические показатели луковиц ярового чеснока сорта Еленовский, среднее за 2012-2013 гг.

Вариант опыта	Масса луковицы, г	Диаметр луковицы, мм	Среднее количество зубков, шт.			Урожайность, т/га
			наружных	внутренних	всего	
Контроль	32	36	8,5	8,5	17	4,61
Фон N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	38	43	8,8	9,0	15,3	5,44
Цеолит 500 кг/га + фон	42	46	8,5	8,5	17,0	6,02
F _ф 21,88 > F _{теор} 5,14			НСР ₀₅ = 0,21			

состояние, повышает устойчивость к абиотическим стрессам и увеличивает урожайность ярового чеснока сорта Еленовский на 30,6%. Совместное внесение цеолитов в норме 500 кг/га с комплексным удобрением нитроаммофоской в норме $N_{60}P_{60}K_{60}$ д.в./га, обеспечивают максимальную урожайность луковиц ярового чеснока.

2. При посадке ярового чеснока необходимо вносить удобрения и агроруды в посадочные борозды, чтобы размещать элементы минерального питания и почвоулучшители в зоне активного роста и функциональности корневой системы.

3. Цеолиты увеличивают эффективность использования минеральных удобрений на 12,6 %.

4. Применение капельного полива на семеноводческих участках позволяет исключить влияние погодных условий на урожайность, снизить зависимость растений от дефицита почвенной влаги, уменьшить стрессовое воздействие высоких температур, увеличить подвижность и доступность элементов минерального питания для корневой системы.



Рисунок 1. Доля влияние цеолитов и удобрений на урожайность ярового чеснока сорта Еленовский

ЛИТЕРАТУРА:

1. Алексеева, М. А. Культурные луки / М. А. Алексеева. – Москва: Государственное издательство сельскохозяйственной литературы, 1960. – 304 с.
2. Дзюба, В. А. Многофакторные опыты и методы биометрического анализа экспериментальных данных // Методическое пособие. – Краснодар, 2007. – 76 с.
3. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта. – М.: Колос, 1979. – 416 с.
4. Лазько, В. Э. Применение цеолитов в семеноводстве чеснока и репчатого лука / В. Э. Лазько, Н. И. Боголепова // Материалы н.-п. конференции Кубанского отделения ВОГ и С. Краснодар, Кубанский ГАУ, 16 ноября 2011 г. – Краснодар, 2011. – С. 69-73.
5. Литвинов С. С. Методика опытного дела в овощеводстве / С. С. Литвинов. – М., 2011. – 648 с.
6. Рекомендации по удобрению овощных, бахчевых культур и картофеля / под ред. А. И. Столяров, П. К. Чайкин, Е. И. Волошин и др. – Краснодар, 1982. – 52 с.
7. Рекомендации по агротехнике и семеноводству чеснока на Кубани / под ред. Н. И. Боголепова, В. Н. Самодуров, В. В. Тараненко, Л. В. Есаулова. – Краснодар, 2008. – 16 с.
8. Технология возделывания чеснока. Рекомендации / В. П. Туголуков, Е. И. Туголукова, Я. А. Голубев. – Краснодар: «Агропромполиграфист АПК», 1989. – 24 с.
9. Шеуджен, А. Х. Агротехнические основы применения удобрений / А. Х. Шеуджен, Т. Н. Бондарева, С. В. Кизинек. – Майкоп: ОАО «Полиграф-ЮГ», 2013. – 572 с.

Виктор Эдуардович Лазько

Зав. отделом бахчевых и луковых культур
E-mail: arrri_kub@mail.ru,

Ольга Владимировна Якимова

Мл. научн. сотр.
отдела овощекртофелеводства,
E-mail: belyaeva12092013@yandex.ru

Все: ФГБНУ «ВНИИ риса»
Белозерный, 3, Краснодар, 350921, Россия

Светлана Георгиевна Лукомец

Доцент кафедры овощеводства,

Viktor E. Lazko

Head of department of melon and onion crops,

Olga V. Yakimova

Junior scientist of laboratory of melon and onion crops,
department of vegetable and potato production

All-Russian Rice Research Institute
3 Belozerny, Krasnodar, 350921, Russia

Svetlana G. Lukomets

Associate professor of chair of vegetable growing,

Елена Николаевна Благородова
Доцент кафедры овощеводства,

Все: ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет»
ул. Калинина, 13, г. Краснодар, 350044, Россия

Elena N. Blagorodova

Associate professor of chair of vegetable growing,

All: FSBEI HPE «Kuban State Agricultural University»
St. Kalinina, 13, Krasnodar, 350044, Russia

УДК: 632.9

С. Н. Нековаль, канд. биол. наук,
О. А. Маскаленко,
А. В. Беяева,
г. Краснодар, Россия,
К. В. Корсаков, канд. с.-х. наук,
с. Усть-Курдюм, Саратовская обл.

ПРИМЕНЕНИЕ ПОЧВЕННЫХ КОНДИЦИОНЕРОВ И ГУМАТА К НА ТОМАТЕ ОТКРЫТОГО ГРУНТА

Определена эффективность предпосевного внесения почвенных кондиционеров «Реасил Соил Кондиционер для органического земледелия», «Реасил Соил Кондиционер для восстановления плодородия почв» и растворимого гумата К в качестве некорневых подкормок.

Представлены результаты мелкоделяночного опыта по изучению влияния почвенных кондиционеров и гумата К на урожайность томатов открытого грунта на фоне минерального удобрения в дозах $N_{40}P_{40}K_{40}$ и $N_{20}P_{20}K_{20}$. В результате полевых испытаний изученные препараты способствовали увеличению урожайности и показали положительное влияние на рост и развитие растений томата по сравнению с контролем в условиях Краснодарского края (2-я почвенно-климатическая зона России).

Наибольшая урожайность была отмечена в варианте с применением почвенного кондиционера Реасил Соил для органического земледелия 1000 кг/га, прибавка составила 28,9%. Внесение минерального удобрения в дозе $N_{40}P_{40}K_{40}$ и препарата Реасил Соил для органического земледелия 600 кг/га повысили урожайность на 29,1%.

При использовании кондиционера Реасил Соил для восстановления плодородия почв наибольшая урожайность наблюдалась в варианте с фоном $N_{40}P_{40}K_{40}$ и применением препарата с нормой расхода 300 кг/га – 25,5%.

Пятикратная обработка растений томата растворимым гуматом К в период вегетации (всходы, 4-5 настоящих листьев, начало цветения, завязывание плодов, начало созревания плодов) способствовала повышению урожайности. В зависимости от концентрации прибавка урожая варьировала от 17,0 до 19,9%.

Ключевые слова: томат, почвенный кондиционер, препарат, фон, плодородие, урожайность, почва, органическое земледелие.

USE OF SOIL CONDITIONERS AND HUMATE K ON THE OPEN GROUND TOMATO

The efficiency of presowing application of soil conditioners "Reasil Soil Conditioner for organic farming", "Reasil Soil Conditioner for restoring soil fertility" and the effectiveness of soluble humate K as foliar fertilizing are determined.

The results of a small-plot experiment on studying the effect of soil conditioners and humate K on yields of open ground tomatoes against mineral fertilizer in doses $N_{40}P_{40}K_{40}$ and $N_{20}P_{20}K_{20}$ are presented.

As a result of field trials, the studied preparations contributed to an increase in yield and showed a positive effect on the growth and development of tomato plants in comparison with the control in Krasnodar region (the 2nd soil-climatic zone of Russia).

The highest yield was noted in the variant with the use of soil conditioner Reasil Soil for organic farming 1000 kg / ha, the increase was 28.9%. The introduction of mineral fertilizer in the dose of $N_{40}P_{40}K_{40}$ and Reasil Soil for organic farming of 600 kg / ha increased the yield by 29.1%.

When using the Reasil Soil conditioner to restore soil fertility, the highest yield was observed in the variant with a background of $N_{40}P_{40}K_{40}$ and application of the preparation with a rate of 300 kg / ha - 25.5%.

Five-time treatment of tomato plants with soluble humate K during the growing period (sprouts, 4-5 true leaves, the beginning of flowering, the setting of fruits, the beginning of fruit ripening) promoted yield increase. Depending on the concentration, the yield increase varied from 17.0% to 19.9%.

Key words: tomato, soil conditioner, preparation, background, fertility, yield, soil, organic farming.

Интенсификация сельскохозяйственного производства при широком и зачастую бессистемном использовании минеральных удобрений, средств защиты растений, регуляторов роста, генетически модифицированных организмов, энергоемких технических средств может быть причиной серьезных и даже необратимых изменений в окружающей среде. Причем данные изменения могут нести негативный характер, проявляющийся в деградации почвенного плодородия, снижении качества получаемой продукции, загрязнении окружающей среды и продуктов питания [3].

С другой стороны, обозначившийся в последнее время тренд на внедрение в производство энергосберегающих технологий часто сопровождается неправильной интерпретацией основных понятий, с подменой и упрощением их содержания, что также может привести к серьезным экологическим проблемам [2].

В этой связи, при возрастающей потребности со стороны населения в экологически безопасных продуктах питания, необходима выработка согласованной и взаимоувязанной концепции, предполагающей комплексное рассмотрение проблемных вопросов и рекомендаций по возможности реализации принципов органического сельского хозяйства на территории РФ.

В ООО «Лайф Форс» разработана технология производства высокоуглеродного улучшителя почв «Реасил Соил Кондиционер для органического земледелия», который состоит из органических веществ, гуминового экстракта, гуминовых кислот, фульвокислот и органического азота; «Реасил Соил Кондиционер для восстановления плодородия почв», в состав которого входят гуминовые кислоты (общие и калиевые), фульвокислоты, органический азот, фосфор и калий; растворимый гумат К – комплексное органо-минеральное удобрение, в состав которого входят макро- и микроудобрения. Их применение на овощных культурах, в частности, на томатах, является перспективным, но малоиспользуемым приемом обогащения почв соединениями.

Цель исследований – изучить эффективность допосевного внесения почвенных кондиционеров «Реасил Соил Кондиционер для органического земледелия», «Реасил Соил Кондиционер для восстановления плодородия почв», а также эффективность применения растворимого гумата К в качестве некорневых подкормок и их влияния на урожайность и развитие растений томата сорта Волгоградский 5/95.

Условия и методика проведения опытов

Полевые мелкоделяночные опыты проводили на базе опытного поля ФГБНУ «ВНИИ биологической защиты растений», г. Краснодар.

В ходе проведенных исследований выращивали томат сорта Волгоградский 5/95 Волгоградской опытной станции ВИРа, полученный методом отбора из гибрида Кубань х Черноморец 175. Сорт районирован в 1953 году. Среднепоздний, созревание плодов наступает на 116-130 день после появления всходов.

Волгоградский 5/95 высотой 70-110 см. Растение штамбовое, индетерминантное, компактное. Плоды плоскоокруглые, гладкие и слаборбистые, красные, массой 90-150 грамм, число гнезд – 5-8 [1]. Урожайность – до 10,0 кг/м². Этот сорт томата ценится за стабильную урожайность и хорошее качество с высоким содержанием сухого вещества. Среднеустойчив к поражению болезнями. Его используют для потребления в свежем виде, засолки, изготовления томатного сока, пасты, пюре.

Площадь опытных делянок – 25 м², повторность опыта – 3-кратная. Размещение делянок – рендомизированное.

Закладку опытов осуществляли 25 мая 2017 г. Внесение удобрений, посадку рассады в возрасте 53 дней, уход за растениями, учет и уборку урожая осуществляли вручную.

В опытах до посадки рассады томата в качестве минерального удобрения вносили азофоску (16:16:16) в дозе $N_{40}P_{40}K_{40}$, которая служила во всех вариантах опыта фоном – 100%. Вместе с азофоской

до посадки рассады вносили по вариантам опыта: 1) «Реасил Соил Кондиционер для органического земледелия» и 2) «Реасил Соил Кондиционер для восстановления плодородия почв». После посадки проводили опрыскивание растворимым Гуматом К.

Результаты исследований

В результате проведенных испытаний в вариантах опыта фон+препарат (Реасил Соил для органического земледелия и Реасил Соил для восстановления плодородия почв) через 1,5 недели после высадки рассады наблюдался активный рост вегетативной массы растений. В вариантах с внесением большей дозы препарата количество цветков на 1-2 кисти в 2-3 раза превышало этот показатель в контроле. Созревание плодов началось позже, чем в контроле, на 4 дня (на 126-е сутки с момента посева семян). При этом отмечалась дружность созревания плодов в кисти. После высадки в поле растения в контроле хуже переносили период акклиматизации, были слабые, с небольшим количеством цветков на 1-2 кисти. Созревание плодов наблюдалось на 122-е сутки с момента посева семян, отмечались единичные плоды с признаками поражения болезнями.

В период созревания томата проводили учет урожайности, определяли количество и массу плодов с 1 куста и 1 м² по вариантам опыта (табл. 1-3).

Препарат «Реасил Соил для органического земледелия» оказал существенное влияние на массу плодов томата и их количество. По данным, представленным в таблице, можно отметить, что наибольшее количество плодов было в варианте с применением фона (N₄₀P₄₀K₄₀) и препарата с нормой расхода 600 кг/га. Неплохие результаты показали варианты с применением препарата в дозе 1000 кг/га и 600 кг/га. Наибольшую урожайность с 1 м² также показал вариант с применением удобрения в дозе N₄₀P₄₀K₄₀ и препаратом с нормой расхода 600 кг/га. Высокие результаты были отмечены и в вариантах с применением фона (N₄₀P₄₀K₄₀) и препаратами с нормами расхода 600 кг/га и 300 кг/га.

Внесение почвенного кондиционера «Реасил Соил для восстановления плодородия почв» показало положительные результаты по сравнению с контролем. В варианте с применением фона N₄₀P₄₀K₄₀ и препарата с нормой расхода 300 кг/га масса плодов была максимальной и составила 10 кг/м². В этом же варианте средняя масса плода

Таблица 1. Влияние препарата «Реасил Соил для органического земледелия» на количество и массу плодов томата Волгоградский 5/95. (Краснодар, 2017 г.).

Вариант	Кол-во плодов с 1 куста, шт	Масса плодов с 1 куста, кг	Масса 1 плода, г	Масса плодов с 1 м ² , кг
Контроль	16	1,5	95	5,3
Фон (N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀)	21	1,9	102	6,9
Фон (N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀)+препарат 300 кг/га	27	2,5	117	9,7
Фон (N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀)+препарат 600 кг/га	31	3,2	121	10,6
Фон (N ₂₀ P ₂₀ K ₂₀)+препарат 300 кг/га	25	2,3	113	9,0
Фон (N ₂₀ P ₂₀ K ₂₀)+препарат 600 кг/га	23	2,1	106	8,5
Препарат 300 кг/га	23	2,2	109	8,6
Препарат 600 кг/га	28	2,7	112	8,8
Препарат 1000 кг/га	30	2,9	118	10,4
НСР ₀₅	1,8	1,3	2,0	1,9

Таблица 2. Влияние почвенного кондиционера «Реасил Соил для восстановления плодородия почв» на количество и массу плодов томата Волгоградский 5/95 (Краснодар, 2017 г.).

Вариант	Кол-во плодов с 1 куста, шт.	Масса плодов с 1 куста, кг	Масса 1 плода, г	Масса плодов с 1 м ² , кг
Контроль	16	1,5	95	5,3
Фон (N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀)	21	1,9	102	6,9
Фон (N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀)+препарат 75 кг/га	24	2,5	110	8,7
Фон (N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀)+препарат 150 кг/га	27	2,7	114	9,1
Фон (N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀)+препарат 300 кг/га	29	3,0	120	10,0
Фон (N ₂₀ P ₂₀ K ₂₀)+препарат 75 кг/га	24	2,3	106	8,3
Фон (N ₂₀ P ₂₀ K ₂₀)+препарат 150 кг/га	23	2,5	108	8,5
Фон (N ₂₀ P ₂₀ K ₂₀)+препарат 300 кг/га	28	2,8	115	9,5
НСР ₀₅	1,6	1,1	1,9	1,6

Таблица 3. Влияние растворимого гумата К на количество и массу плодов томата Волгоградский 5/95 (Краснодар, 2017 г.)

Вариант	Кол-во плодов с 1 куста, шт	Масса плодов с 1 куста, кг	Масса 1 плода, г	Масса плодов с 1 м ² , кг
Контроль	16	1,5	95	5,3
Фон (N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀)	21	1,9	102	6,9
Фон (N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀)+препарат 3 г/10 л	25	2,5	107	7,6
Фон (N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀)+препарат 5 г/10 л	25	2,7	110	8,1
Фон (N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀)+препарат 10 г/10л	27	2,8	115	8,4
НСР ₀₅		1,4	1,3	1,4

также была максимальной и составила 120 г. Высокие результаты показали и варианты с внесением N₄₀P₄₀K₄₀ + препарат 150 кг/га и N₂₀P₂₀K₂₀ + препарат 300 кг/га. Масса плодов с 1 м² составила 9,5 и 9,1 кг, а количество плодов с 1 куста – 28 и 27 штук соответственно.

Результаты обработок томата сорта Волгоградский 5/95 гуматом К показали, что наибольшее количество плодов с 1 куста было в варианте N₄₀P₄₀K₄₀ + препарат 10 г/10 л и составило 27 штук, масса плодов с 1 куста и с 1 м² была наибольшей по сравнению с изучаемыми вариантами и составила 2,8 и 84 кг соответственно. Вариант с применением N₄₀P₄₀K₄₀ + препарат 5 г/10 л также показал хорошие результаты по четырем изучаемым параметрам относительно контроля.

В Краснодарском крае в условиях открытого грунта опытного поля ФГБНУ «ВНИИБЗР» при применении почвенного кондиционера «Реасил Соил для органического земледелия» можно получить от 14 до 29,1% прибавки урожая (табл. 4).

Все исследуемые варианты с препаратом Реасил Соил для органического земледелия оказали положительное влияние на процессы формирования плодов и, как следствие, на продуктивность

культуры. Наибольшая прибавка урожая плодов была получена в вариантах: фон (N₄₀P₄₀K₄₀) + препарат 600 кг/га и препарат 1000 кг/га, составила 68,3 ц/га (29,1%) и 67,8 ц/га (28,9%) соответственно.

В результате применения почвенного кондиционера Реасил Соил для восстановления плодородия почв необходимо отметить, что данный препарат способствует повышению урожайности томата (табл. 5).

Из полученных данных видно, что применение кондиционера Реасил Соил для восстановления плодородия почв способствует прибавке урожая по всем вариантам опыта. Наибольшей была в варианте с высоким фоном удобрений и применением препарата с нормой расхода 300 кг/га. Урожайность составила 294,4 ц/га, что на 59,8 ц/га больше по сравнению с контролем. Высокую эффективность препарата показал вариант фон (N₂₀P₂₀K₂₀) + препарат 300 кг/га, прибавка к контролю составила 57,7 ц/га (24,6%).

Растворимый гумат К также способствовал повышению урожайности томата (табл. 6).

При пятикратной обработке в фазы: всходов, 4-5 настоящих листьев, начала цветения, завязывания плодов, начала созревания плодов наиболь-

Таблица 4. Влияние почвенного кондиционера «Реасил Соил для органического земледелия» на урожайность томата сорта Волгоградский 5/95 (Краснодар, 2017 г.)

Вариант	Урожайность, ц/га	Прибавка к контролю	
		ц/га	%
Контроль	234,6	-	-
Фон (N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀)	258,1	23,5	10,6
Фон (N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀)+препарат 300 кг/га	293,9	59,3	25,3
Фон (N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀)+препарат 600 кг/га	302,9	68,3	29,1
Фон (N ₂₀ P ₂₀ K ₂₀)+препарат 300 кг/га	282,9	48,3	20,6
Фон (N ₂₀ P ₂₀ K ₂₀)+препарат 600 кг/га	261,4	26,8	26,8
Препарат 300 кг/га	267,4	32,8	14,0
Препарат 600 кг/га	279,2	44,6	19,0
Препарат 1000 кг/га	302,4	67,8	28,9
НСР ₀₅	2,3		

Таблица 5. Влияние почвенного кондиционера «Реасил Соил для восстановления плодородия почв» на урожайность томатов (Краснодар, 2017 г.)

Вариант	Урожайность, ц/га	Прибавка к контролю	
		ц/га	%
Контроль	234,6	-	-
Фон (N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀)	258,1	23,5	10,6
Фон (N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀) + препарат 75 кг/га	286,4	51,8	22,1
Фон (N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀) + препарат 150 кг/га	290,4	55,8	23,8
Фон (N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀) + препарат 300 кг/га	294,4	59,8	25,5
Фон (N ₂₀ P ₂₀ K ₂₀) + препарат 75 кг/га	288,3	53,7	22,9
Фон (N ₂₀ P ₂₀ K ₂₀) + препарат 150 кг/га	282,7	48,1	20,5
Фон (N ₂₀ P ₂₀ K ₂₀) + препарат 300 кг/га	292,3	57,7	24,6
НСР ₀₅	2,7		

шая прибавка урожая была получена в варианте фон (N₄₀P₄₀K₄₀) + препарат 10 г/10 л – 74,9 ц/га, что составило 31,9% к контролю. Использование этого же препарата на фоне (N₄₀P₄₀K₄₀) в дозах 3 г/10 л и 5 г/10 л способствовало увеличению урожая на 67,4 ц/га (28,7%) и 69,2 ц/га (29,5%).

Выводы

В 2017 году все изученные препараты производства ООО «Лайф Форс» оказали положительное влияние на развитие и продуктивность культуры томата в условиях Краснодарского края (2-я почвенно-климатическая зона России).

В результате изучения препаратов «Реасил Соил для органического земледелия» определили существенное влияние на массу плодов томата и их количество. Наибольшее количество плодов было в варианте с применением фона (N₄₀P₄₀K₄₀) и препарата с нормой расхода 600 кг/га. Неплохие результаты показали варианты с применением препарата в дозе 1000 кг/га и 600 кг/га. Наибольшую урожайность с 1 м² также показал вариант с применением удобрений в дозе N₄₀P₄₀K₄₀ и препаратом с нормой расхода 600 кг/га. Высокие результаты были отмечены и в вариантах с применением фона (N₄₀P₄₀K₄₀) и препаратами с нормами расхода 600 кг/га и 300 кг/га.

Внесение почвенного кондиционера «Реасил Соил для восстановления плодородия почв» показало положительные результаты по сравнению с контролем. В варианте с применением фона N₄₀P₄₀K₄₀ и препарата с нормой расхода 300 кг/га масса плодов была максимальной и составила 10 кг/м². В этом же варианте средняя масса плода

Таблица 6. Влияние «Растворимого Гумата К» на урожайность томата сорта Волгоградский 5/95 (Краснодар, 2017 г.)

Вариант	Урожайность, ц/га	Прибавка к контролю	
		ц/га	%
Контроль	234,6	-	-
Фон (N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀)	258,1	23,5	10,6
Фон (N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀) + препарат 3 г/10 л	302,0	67,4	28,7
Фон (N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀) + препарат 5 г/10 л	303,8	69,2	29,5
Фон (N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀) + препарат 10 г/10 л	309,5	74,9	31,9
НСР ₀₅	1,9		

также была максимальной и составила 120 г. Высокие результаты показали и варианты с внесением N₄₀P₄₀K₄₀+препарат 150 кг/га и N₂₀P₂₀K₂₀+препарат 300 кг/га. Масса плодов с 1 м² составила 9,5 и 9,1 кг, а количество плодов с 1 куста – 28 и 27 штук соответственно.

Результаты обработок томата сорта Волгоградский 5/95 гуматом К показали, что наибольшее количество плодов с одного куста было в варианте N₄₀P₄₀K₄₀ + препарат 10 г/10 л и составило 27 штук, масса плодов с 1 куста и с 1 м² была наибольшей по сравнению с изучаемыми вариантами и составила 2,8 и 8,4 кг соответственно. Вариант с применением N₄₀P₄₀K₄₀ + препарат 5 г/10 л также показал хорошие результаты по четырем изучаемым параметрам относительно контроля.

Максимальные показатели роста урожайности отмечены при внесении фон (N₄₀P₄₀K₄₀) + Реасил Соил для органического земледелия 600 кг/га и Реасил Соил для органического земледелия 1000 кг/га, прибавка составила 68,3 ц/га (29,1%) и 67,8 ц/га (28,9%) соответственно.

При использовании кондиционера Реасил Соил для восстановления плодородия почв наибольшая урожайность наблюдалась в варианте с фоном N₄₀P₄₀K₄₀ и применением препарата с нормой расхода 300 кг/га. Урожайность составила 294,4 ц/га, что на 59,8 ц/га больше по сравнению с контролем. Также высокую эффективность препарата показал вариант N₂₀P₂₀K₂₀ + препарат 300 кг/га, прибавка к контролю составила 57,7 ц/га (24,6%).

Пятикратная обработка растений томата растворимым гуматом К в период вегетации способствовала увеличению урожая. В варианте фон (N₄₀P₄₀K₄₀) + препарат 10 г/10 л повысила урожайность на 74,9 ц/га, что составило 31,9% к контролю. Использование этого же препарата на фоне (N₄₀P₄₀K₄₀) в дозах 3 г/10 л и 5 г/10 л, способствовало увеличению урожая на 67,4 ц/га (28,7 %) и 69,2 ц/га (29,5%).

ЛИТЕРАТУРА:

1. Башук, А. Г. Влияние мульчи и почвенного кондиционера на урожайность яровой пшеницы при нулевой технологии возделывания в лесостепной зоне юга западной Сибири / А. Г. Башук, А. А. Кириченко // Актуальные проблемы АПК. Сборник трудов научно-практической конференции преподавателей, студентов, магистрантов и аспирантов, посвященный 80-летию Новосибирского ГАУ. – Новосибирск: Новосибирский государственный аграрный университет, 2016. – С. 6-9.
2. Мальцева, Д. А. Морфологическая характеристика коллекции томата / Д. А. Мальцева, А. В. Беляева, О. А. Маскаленко, С. Н. Нековаль // Научное обеспечение АПК. Сборник статей по материалам X Всероссийской конференции молодых ученых, посвященной 120-летию И. С. Косенко. – 2017. – С. 360-361.
3. Нековаль С.Н. Перспектива использования межвидовых гибридов томата в качестве индуктора генотипической изменчивости. С. Н. Нековаль, Ю. С. Андреева, О. А. Маскаленко, А. В. Беляева, Е. А. Есауленко. Таврический вестник аграрной науки. 2016. № 4 (8). С. 82-87.

Светлана Николаевна Нековаль

Зав. лабораторией генетической
коллекции томата,
E-mail: s.nekoval@yandex.ru

Svetlana N. Nekoval

Head of the laboratory of genetic collection of tomato,

Оксана Александровна Маскаленко

Мл. научн. сотр.,
E-mail: d.o.a123@mail.ru

Oksana A. Maskalenko

Junior researcher,

Анастасия Валерьевна Беляева

Мл. научн. сотр.,
E-mail: believes.anast93@list.ru

Anastasiya V. Belyaeva

Junior researcher,

Все: ФГБНУ «ВНИИ биологической
защиты растений»
П/о 39, Краснодар, 350039, Россия

FSBSI Research Institute
«Biological plant protection»
39 Krasnodar, 350039, Russia

Константин Вячеславович Корсаков

Вед. научн. сотр. отдела науки и развития НПО
«Сила жизни»
E-mail: aleksandr-govryakov@yandex.ru
ул. Соколиная, д. 10, с. Усть-Курдюм,
Саратовская обл., 410540, Россия

Konstantin V. Korsakov

Head scientist researcher of department of science
and development «Life force» LLC
10 Sokolinaya Street, Ust-Kurdyum, Saratov region,
410540, Russia

УДК: 632.9

О. А. Маскаленко,
С. Н. Нековаль, канд. биол. наук,
А. В. Беляева,
г. Краснодар, Россия

БИОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КАЧЕСТВА ПЛОДОВ МУТАНТНЫХ ФОРМ ТОМАТА

Томат – ценная овощная культура. Наряду с потреблением в свежем виде, плоды томата используют как ценное сырье в перерабатывающей промышленности. Пищевое значение томатов определяется высоким содержанием углеводов, органических кислот (лимонная, яблочная, винная и щавелевая), витаминов, разнообразное сочетание которых обуславливает вкус, окраску и запах данной культуры. В 2016 году был проведен биохимический анализ 48 мутантных образцов томата с целью придания им большей хозяйственно-ценной значимости и ценности как селекционного ресурса. Исследования проводили в лаборатории «Генетической коллекции томата», а также на экспериментальной базе ФГБНУ «ВНИИБЗР». Результаты исследований позволили определить биохимический состав плодов томата коллекции ВНИИБЗР и выделить мутантные линии с наиболее высоким содержанием углеводов, органических кислот и витамина С. Было установлено, что семь линий томата можно рекомендовать для селекции в целях создания сортов, пригодных для использования в пищевой промышленности.

Ключевые слова: томат, мутантные формы, биохимический состав, углеводы, органические кислоты, сахарно-кислотный коэффициент, витамин С.

BIOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF THE QUALITY OF FRUITS OF MUTANT FORMS OF TOMATO

Tomato is a valuable vegetable crop. Along with fresh consumption, tomatoes are used as valuable raw materials in the processing industry. The nutritional value of tomatoes is determined by the high content of carbohydrates, organic acids (citric, malic, tartaric and oxalic), vitamins, a diverse combination of which determines the taste, color and smell of this crop. In 2016 biochemical analysis of 48 mutant tomato samples was carried out in order to give them a more agronomic value as a pre-breeding resource. The studies were carried out in the laboratory of the "Genetic Collection of Tomato", as well as on the experimental basis of the FSBSI All-Russia Research Institute of Plant Protection. The results of the research allowed to determine the biochemical composition of the tomato from All-Russia Research Institute of Plant Protection collection and to identify the mutant lines with the highest content of carbohydrates, organic acids and vitamin C. It was found that seven tomato lines can be recommended for breeding in order to develop varieties suitable for use in the food industry.

Key words: tomato, mutant forms, biochemical composition, carbohydrates, organic acids, sugary-acid coefficient, vitamin C.

Введение

Томат – *Lycopersicon esculentum* (Tourn.) Mill является одной из важнейших овощных культур России, потребление которой растет с каждым годом.

Высокая пищевая ценность томата обусловлена его химическим составом: содержанием углеводов, органических кислот, витаминов.

Из углеводов в плодах овощных культур содержатся моносахариды и полисахариды первого порядка, которые называют просто сахара. В томате содержание сахаров в среднем – 5-8%. Это количество может варьировать в зависимости от сорта, времени хранения свежих овощей, условий выращивания, агротехники, климатических условий, зоны выращивания и степени зрелости.

Наряду с сахарами вкус овощей во многом определяется наличием органических кислот. Из разнообразного набора органических кислот в овощах преобладают четыре – яблочная, лимонная, винная кислота и щавелевая. Они имеют важное вкусовое значение, улучшают пищеварение, играют защитную роль, повышая устойчивость томата к заболеваниям. Малое содержание в томатах щавелевой кислоты весьма существенно в диетическом питании. Благодаря наличию яблочной и лимонной кислот томаты повышают аппетит, активируют процесс пищеварения, оказывают подавляющее действие на болезнетворную кишечную микрофлору. Среднее содержание органических кислот в плодах томата (лимонной, винной, яблочной и щавелевой) варьирует от 0,2 до 0,9%.

Интенсивность кислого вкуса зависит от pH сока, которая варьирует в пределах pH 3,1-4,1.

Вкус плода обуславливается сахарно-кислотным коэффициентом (К), показывающим соотношение сахара и кислот. Большое внимание этому показателю уделяется в пищевой промышленности. Оптимальное соотношение органических кислот к сахарам от 5 до 8 раз [2], такие плоды востребованы в перерабатывающей промышленности.

Среди витаминов, содержащихся в томатах, особенно большое значение имеет аскорбиновая кислота, содержание которой варьирует от 12 до 36 мг. Она повышает окислительные процессы и активность ферментов в организме человека, обеспечивает нормальный углеводный обмен. Определено, что распределение витамина С в плоде неодинаково, оно снижается от основания плода к его верхушке, где его содержание меньше. В динамике роста и созревания в различных сортах томата содержание витамина С варьирует: максимум его для большинства сортов приходится на бланжевую и съемную зрелость. В перезрелых же плодах количество его значительно ниже. При выращивании томатов в закрытом грунте количество витамина С уменьшается почти на 50%. Вообще содержание витамина С в плодах томатов является очень лабильным признаком [1].

Цель исследований

В коллекции томата ФГБНУ «ВНИИБЗР» отобрать линии с высокими биохимическими показателями для дальнейшего использования в селекционном процессе.

Задачи – провести биохимический анализ плодов коллекционных образцов и выделить мутантные линии с наиболее высоким содержанием углеводов, органических кислот, витаминов.

Методика проведения исследований

В 2016 году был проведен биохимический анализ 48 мутантных образцов томата. Исследования проводили в лаборатории «Генетической коллекции томата» и на экспериментальной базе ФГБНУ «ВНИИБЗР» (г. Краснодар) (поле).

Томат коллекции ФГБНУ ВНИИБЗР выращивали в открытом грунте при идентичных условиях.

Схема посадки: 1,5 м междурядье, 0,5 м между растениями в ряду, по 18 растений каждой линии, в трехкратной повторности. Размещение – рендомизированное. Каждую линию отделяли табличкой с номером опытного образца. При посадке рассады томата вносили аммофос из расчета 200 кг/га. На опытном участке была установлена капельная система полива. Полив проводили ежедневно из расчета 20 м³ воды на 1 га, с одновременным своевременным внесением водорастворимых минеральных удобрений (табл. 1).

Закладку опытов проводили 11 мая 2016 г. Посадку рассады, уход за растениями, учет и уборку урожая осуществляли вручную.

Таблица 1. Минеральные подкормки при выращивании томата (ФГБНУ «ВНИИБЗР», 2017 г.)

Дата	Наименование	Норма расхода, кг/га
11.05	Аммофос	200,0
01.06	Кемира люкс	7,0
08.06	Кемира люкс	7,0
15.06	Кемира люкс	7,0
22.06	Кемира люкс	7,0
29.06	Кемира люкс	7,0
06.07	Кемира люкс	7,0
17.07	Агромастер	7,0

Титруемую кислотность плодов томатов определяли визуальным методом по действующему ГОСТу 25555.0-82 [2]. Витамин С определяли титриметрическим методом по действующему ГОСТу 24556-89 [3]. Определение сахаров проводили по действующему ГОСТу 8756.13-87 перманганатным методом [4].

Результаты и обсуждение исследований

Результаты исследований позволили оценить биохимический состав плодов томата коллекции ВНИИБЗР и выделить мутантные линии с наиболее высоким содержанием углеводов, органических кислот, витаминов. Изучаемые линии томата сравнивали между собой по средним значениям суммы сахаров (табл. 2).

Таблица 2. Содержание суммы сахаров в плодах мутантных форм томата (среднее значение, Краснодар, 2016 г.)

№ Мо	Сумма сахаров, %	№ Мо	Сумма сахаров, %
Мо 29	6,98±0,034	Мо 652	6,47±0,037
Мо 519	6,83±0,038	Мо 753	6,47±0,064
Мо 17	6,17±0,085	Мо 385	5,94±0,063
Мо 42к	5,75±0,94	Мо 711	6,37±0,053
Мо 908	6,04±0,57	Мо 31	6,05±0,064
Мо 80	7,26±0,95	Мо 392	6,70±0,02
Мо 159	5,86±0,65	Мо 931	7,11±0,065
Мо 380	7,36±0,83	Мо 916	6,69±0,04
Мо 147	7,04±0,57	Мо 563	7,65±0,054
Мо 816	6,20±0,25	Мо 632	5,94±0,027
Мо 122	6,16±0,043	Мо 556	6,05±0,065
Мо 311	6,44±0,56	Мо 641	5,94±0,045
Мо 633	5,87±0,62	Мо580	7,00±0,075
Мо 163	6,15±0,56	Мо 714	7,12±0,017
Мо 117	6,08±0,042	Мо 331	6,27±0,064
Мо 40	5,85±0,32	Мо 27	5,94±0,038
Мо 42р	5,83±0,063	Мо 743	6,16±0,094
Мо 862	5,93±0,047	Мо 898	7,12±0,03
Мо 70	6,37±0,067	Мо 459	5,11±0,042
Мо 812	5,94±0,074	Мо 542	6,16±0,045
Мо 166	6,15±0,035	Мо 759	5,83±0,052
Мо 334	5,83±0,085	Мо 111	7,28±0,023
Мо 702	5,83±0,045	Мо 44	7,76±0,075
Мо 63	6,04±0,075	Мо 509	5,83±0,053

По результатам исследований видно, что в среднем процентное содержание сахаров в плодах мутантных форм томата соответствовало норме. При этом большее количество сахаров отмечено у линий Мо 80, Мо 380, Мо 931, Мо 563, Мо580, Мо 714, Мо 898, Мо 111, Мо 44.

Сравнение содержания кислот в плодах томата показало, что мутанты Мо 42, Мо 509, Мо 392, Мо 743 обладают наименьшей общей кислотностью, а у мутантных форм Мо 519, Мо 898 напротив, процент общей кислотности высокий и достигает 2,008% и 2,2088% соответственно (табл. 3).

Таблица 3. Содержание кислот в плодах мутантных форм томата, %, (г. Краснодар, 2016 г.)

№ мутанта	Лимонная кислота, %	Яблочная кислота, %	Винная кислота, %	Щавелевая кислота, %	Общая кислотность, %
1	2	3	4	5	6
Мо 29	0,2688	0,2814	0,315	0,189	1,0542
Мо 519	0,512	0,536	0,6	0,36	2,008
Мо 17	0,256	0,268	0,3	0,18	1,004
Мо 42к	0,1792	0,1876	0,21	0,126	0,7028
Мо 908	0,2304	0,2412	0,27	0,162	0,9036
Мо 80	0,192	0,201	0,225	0,135	0,753
Мо 159	0,256	0,268	0,3	0,18	1,004
Мо 380	0,192	0,201	0,225	0,135	0,753
Мо 147	0,2176	0,2278	0,255	0,153	0,8534
Мо 816	0,2688	0,2814	0,315	0,189	1,0542
Мо 122	0,3072	0,3216	0,36	0,216	1,2048
Мо 311	0,2176	0,2278	0,255	0,153	0,8534
Мо 633	0,1792	0,1876	0,21	0,126	0,7028
Мо 163	0,1536	0,1608	0,18	0,108	0,6024
Мо 117	0,256	0,268	0,3	0,18	1,004
Мо 40	0,256	0,268	0,3	0,18	1,004
Мо 42р	0,1408	0,1474	0,165	0,099	0,5522
Мо 862	0,2432	0,2546	0,285	0,171	0,9538
Мо 70	0,2944	0,3082	0,345	0,207	1,1546
Мо 812	0,1792	0,1876	0,21	0,126	0,7028
Мо 166	0,192	0,201	0,225	0,135	0,753
Мо 334	0,2688	0,2814	0,315	0,189	1,0542
Мо 702	0,4736	0,4958	0,555	0,333	1,8574
Мо 63	0,1792	0,1876	0,21	0,126	0,7028
Мо 652	0,2432	0,2546	0,285	0,171	0,9538
Мо 509	0,128	0,134	0,15	0,09	0,502
Мо 753	0,3456	0,3618	0,405	0,243	1,3554
Мо 385	0,1792	0,1876	0,21	0,126	0,7028
Мо 711	0,3072	0,3216	0,36	0,216	1,2048
Мо 31	0,1536	0,1608	0,18	0,108	0,6024
Мо 392	0,1408	0,1474	0,165	0,099	0,5522
Мо 931	0,3584	0,3752	0,42	0,252	1,4056
Мо 916	0,4352	0,4556	0,51	0,306	1,7068
Мо 563	0,2432	0,2546	0,285	0,171	0,9538
Мо 632	0,1792	0,1876	0,21	0,126	0,7028
Мо556	0,192	0,201	0,225	0,135	0,753
Мо 580	0,2304	0,2412	0,27	0,162	0,9036
Мо 714	0,3456	0,3618	0,405	0,243	1,3554
Мо 27	0,2432	0,2546	0,285	0,171	0,9538
Мо 743	0,128	0,134	0,15	0,09	0,502
Мо 898	0,5632	0,5896	0,66	0,396	2,2088
Мо 331	0,3328	0,3484	0,39	0,234	1,3052
Мо 459	0,2304	0,2412	0,27	0,162	0,9036
Мо 542	0,3072	0,3216	0,36	0,216	1,2048
Мо 759	0,2816	0,2948	0,33	0,198	1,1044
Мо 111	0,2048	0,2144	0,24	0,144	0,8032
Мо 44	0,2688	0,2814	0,315	0,189	1,0542
Мо 641	0,448	0,469	0,525	0,315	1,757

Таблица 4. Сахарно-кислотный коэффициент в плодах мутантных форм томата, (г. Краснодар, 2016 г.)

№ мутанта	К	№ мутанта	К
Мо 29	6,62	Мо 652	6,79
Мо 519	3,40	Мо 753	4,78
Мо 17	6,15	Мо 385	8,45
Мо 42к	8,18	Мо 711	5,28
Мо 908	6,68	Мо 31	10,04
Мо 80	8,64	Мо 392	7,13
Мо 159	5,84	Мо 931	5,06
Мо 380	9,77	Мо 916	3,92
Мо 147	8,25	Мо 563	8,02
Мо 816	5,88	Мо 632	8,46
Мо 122	5,11	Мо 556	8,04
Мо 311	7,55	Мо 641	6,57
Мо 633	8,36	Мо580	5,17
Мо 163	8,21	Мо 714	7,46
Мо 117	6,06	Мо 331	12,49
Мо 40	5,82	Мо 27	2,69
Мо 42р	10,55	Мо 743	4,72
Мо 862	6,22	Мо 898	7,88
Мо 70	5,52	Мо 459	4,24
Мо 812	8,45	Мо 542	5,58
Мо 166	8,17	Мо 759	7,25
Мо 334	5,53	Мо 111	6,91
Мо 702	3,13	Мо 44	4,42
Мо 63	8,60	Мо 509	11,62

Расчет сахарно-кислотного коэффициента проводился по соотношению сахара к кислоте (табл. 4).

Из всех исследуемых мутантов наименьший сахарно-кислотный коэффициент имеют Мо 519, Мо 702, Мо 753, Мо 916, Мо 27, Мо 743, Мо 459 и Мо 44. Высокий К был у Мо 380, Мо 42, Мо 31, Мо 331, Мо 509. Соотношение сахара и кислот у остальных мутантных форм было в пределах нормы.

Проводили сравнение изучаемых линий по содержанию аскорбиновой кислоты (табл. 5).

Среднее содержание витамина С в исследуемых мутантных формах коллекции ВНИИБЗР в основном было в пределах нормы. Исключением являлись линии Мо 633, Мо 311, Мо 122, Мо 42р,

Таблица 5. Содержание аскорбиновой кислоты в плодах мутантных форм томата (г. Краснодар, 2016 г., сравнительный анализ)

№ Мо	Витамин С, мг %	№ Мо	Витамин С, мг %
Мо 29	13,34±0,063	Мо 652	15,6±0,024
Мо 519	39,21±0,073	Мо 753	17,61±0,06
Мо 17	24,47±0,08	Мо 385	13,87±0,074
Мо 42к	14,36±0,064	Мо 711	18,07±0,73
Мо 908	34,46±0,054	Мо 31	12,81±0,015
Мо 80	13,51±0,034	Мо 392	15,65±0,053
Мо 159	9,26±0,023	Мо 931	16,75±0,019
Мо 380	20,39±0,64	Мо 916	16,80±0,052
Мо 147	9,86±0,073	Мо 563	8,82±0,062
Мо 816	12,78±0,035	Мо 632	12,91±0,045
Мо 122	6,21±0,017	Мо 556	18,21±0,053
Мо 311	6,05±0,023	Мо 641	24,81±0,027
Мо 633	4,40±0,027	Мо580	19,44±0,053
Мо 163	14,69±0,016	Мо 714	14,73±0,064
Мо 117	12,01±0,042	Мо 331	23,06±0,046
Мо 40	33,48±0,064	Мо 27	21,33±0,042
Мо 42р	8,22±0,024	Мо 743	13,08±0,053
Мо 862	31,76±0,042	Мо 898	22,61±0,053
Мо 70	12,88±0,015	Мо 459	13,93±0,024
Мо 812	20,16±0,024	Мо 542	17,8±0,064
Мо 166	16,23±0,053	Мо 759	20,75±0,024
Мо 334	20,88±0,024	Мо 111	9,15±0,083
Мо 702	9,03±0,013	Мо 44	15,98±0,05
Мо 63	12,54±0,053	Мо 509	14,39±0,013

Мо 563, Мо 159, Мо 147, Мо 702 и Мо 111 – в них количество аскорбиновой кислоты было наименьшим. Самое высокое значение витамина С (превышающее норму) отмечено в Мо 519.

Выводы

Таким образом, исходя из полученных результатов, по исследуемым нами биохимическим признакам (общая кислотность, содержание сахаров и аскорбиновой кислоты) необходимо отметить следующие мутанты: Мо 816, Мо 711, Мо 70, Мо 556, Мо 908, Мо 29. Эти линии можно рекомендовать для селекции в целях выведения сортов, пригодных для использования в пищевой промышленности.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Беляева, А. В. Оценка мутантных форм томата по биохимическому составу плодов / О. А. Маскаленко, Д. А. Мальцева, С. Н. Нековаль // В сб.: Научное обеспечение агропромышленного комплекса. Сборник статей по материалам X Всероссийской конференции молодых ученых, посвященной 120-летию И. С. Косенко. Отв. за вып. А. Г. Коцаев. – 2017. – С. 318-319.
2. ГОСТ 25555.0-82 Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения титруемой кислотности (с Изменениями N 1, 2). Взамен ГОСТ 8756.15-70; введ. 27.12.82. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2002.
3. ГОСТ 24556-89 Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения витамина С. – Взамен ГОСТ 24556-81; введ. 27.03.89. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2003.

4. ГОСТ 8756.13-87 Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения сахаров. Взамен ГОСТ 8756.13-70; введ. 28.09.87. – М.: Стандартинформ, 2010.
5. Михайленко, С. Н. Биохимическая оценка межвидовых гибридов томатов / С. Н. Михайленко, Н. А. Щербаков // Биологическая защита растений – основа стабилизации агроэкосистем: мат. Междунар. науч.- практ. конф., посвященной 50-летию ВНИИБЗР. – 2010. – С. 680-684.
6. Нековаль, С. Н. Комплексная оценка рода *Lycopersicon* на примере видов: *L. Esculentum* var. *cerasiforme* (A. Gray) brezh., *L. Cheesmaniitropicus* riley и *L. Esculentum* mill мутантных форм Мо 393, Мо 500: автореф. дис. ... канд. биол. наук / С. Н. Нековаль. – Краснодар, 2011. – 24 с.
7. Соромотина, Т. В. Практикум по овощеводству / Т. В. Соромотина // Федеральное гос. бюджетное образов. учреждение высшего образов. «Пермская гос. с.-х. акад. им. акад. Д. Н. Прянишникова». – Пермь: ИПЦ «Прокрость», 2016. – 305 с.

Оксана Александровна Маскаленко

Мл. научн. сотр.,
E-mail: d.o.a123@mail.ru

Oksana A. Maskalenko

Junior researcher,

Светлана Николаевна Нековаль

Зав. лабораторией генетической
коллекции томата,
E-mail: s.nekoval@yandex.ru,

Svetlana N. Nekoval

head of the laboratory of genetic collection
of tomato,

Анастасия Валерьевна Беляева

Мл. научн. сотр.,
E-mail: believes.anast93@list.ru

Anastasiya V. Belyaeva

Junior researcher

Все: ФГБНУ ВНИИ «Биологической
защиты растений»
П/о 39, Краснодар, 350039, Россия

All – FSBSI Research Institute
«Biological plant protection»
39, Krasnodar, 350039, Russia





ДЕНЬ УРОЖАЯ: РЕКОРД ВЗЯТ!

Праздник, посвященный сбору нового урожая, прошел 28 октября 2017 г. в Краснодаре во Дворце спорта «Олимп». В мероприятии приняли участие более 3 тысяч человек. В празднике участвовала и делегация ВНИИ риса во главе с директором д-ром с.-х. наук профессором С. В. Гаркушей.

Передовиков АПК поздравили губернатор Вениамин Кондратьев, член Совета Федераций Федерального Собрания РФ Владимир Бекетов и председатель ЗСК Юрий Бурлачко.

В этом году общий урожай зерновых и зернобобовых на Кубани достиг 14 млн 700 тысяч тонн, и это - новый рекорд. Впервые в этом году в промышленных объемах собрана пшеница второго класса. Средняя урожайность составила 64 центнера с гектара, а у передовиков и того больше – 70, 80 и даже 90 центнеров с гектара.

Вениамин Кондратьев поздравил аграриев края с очередным рекордом и отметил, что благодаря труду аграриев сельское хозяйство является ведущей отраслью региона. Глава региона отметил, что впервые в этом году День урожая празднуется осенью, когда на всех полях уже практически завершена уборка.

– Справедливо чествовать аграриев в единый, большой, общий для всех День урожая. Вы – единая семья, семья, которая обеспечивает продовольственную безопасность страны. Вы – наша гордость. Труженики села с мозолистыми руками – вот настоящие герои своего времени! Вы знаете истин-



ную цену хлеба, – сказал Вениамин Кондратьев.

Губернатор подчеркнул, что несмотря на засушливое лето, на Кубани собрано почти половина винограда в стране, а значит, край и в этом году сохранит лидерство по производству вин. Он добавил, что уборка сахарной свеклы еще не завершена,

но Кубань уже произвела 1 млн тонн сахара. Все сахарные заводы края запущены и загружены на 100%.

– Мы выращиваем 40% всех российских яблок, собираем 80% всего риса в стране. На полях региона сегодня растет рис отечественной селекции самого высокого класса. И это очень серьезное достижение, за которое я благодарен нашим ученым, – сказал глава края.

По словам Владимира Бекетова, нынешний рекордный урожай – это, в том числе, результат высокой организации труда сельхозпроизводителей. Он также зачитал приветственный адрес от первого зампреда Совета Федерации Николая Федорова.

Передовики получили награды из рук официальных лиц. Автомобили «Лада Нива» получили четверо комбайнеров, достигших лучших показателей по уборке зерновых колосовых и зернобобовых культур. Благодарностью главы администрации края награждены 39 человек, почетными дипломами – 47 человек. Среди награжденных – и наш коллега, заведомо технологии возделывания риса ВНИИ риса канд. с.-х. наук В. А. Ладатко.



СОВЕЩАНИЕ ПО ВОПРОСАМ ФОРМИРОВАНИЯ СОРТОВОЙ ПОЛИТИКИ



Во Всероссийском научно-исследовательском институте риса 21 ноября 2017 года состоялось краевое совещание на тему: «Формирование сортовой политики Краснодарского края по результатам государственного испытания сортов за 2017 год. Включение новых сортов в Государственный реестр и внесение изменений в Список сортов, рекомендованных к использованию по Краснодарскому краю на 2018 год».

В нем участвовали: руководители и специалисты Министерства сельского хозяйства и перерабатывающей промышленности Краснодарского края; директора и ведущие селекционеры научно-исследовательских институтов и опытных станций Северо-Кавказского региона; председатель и представители ФГБУ «Госкомиссия РФ по испытанию и охране селекционных достижений»; начальники филиалов ФГБУ «Госсорткомиссия» Северо-Кавказского региона; директора, семеноводы, главные агрономы элитно-семеноводческих хозяйств и сельскохозяйственных предприятий края; руководители и заведующие филиалов ФГБУ «Россельхозцентр»; представители контрольно-семенной службы края и Россельхознадзора; представители зарубежных семеноводческих фирм в Краснодарском крае.

Открыла совещание Н. И. Терпугова, начальник Краснодарского филиала ФГБУ «Госсорткомиссия Российской Федерации», кандидат с.-х. наук. В своем выступлении Наталья Ивановна подробно изложила результаты сортоиспытания за 2017 год, озвучила предложения по включению новых сортов в Государственный реестр, внесение изменений в Список сортов, рекомен-



дованных к использованию в Краснодарском крае на 2018 год.

На совещании выступили: Л. А. Беспалова, заведующая отделом селекции и семеноводства пшеницы и тритикале ФГБНУ «НЦЗ им. П. П. Лукьяненко», академик РАН; А. И. Супрунов, заведующий отделом селекции и семеноводства кукурузы ФГБНУ «НЦЗ им. П. П. Лукьяненко», доктор с.-х. наук; С. В. Зеленцов, заведующий отделом сои ФГБНУ «ВНИИМК им. В. С. Пустовойта», доктор с.-х. наук; В. Э. Лазыко, заведующий лабораторией бахчевых и луковых культур ФГБНУ «ВНИИ риса», кандидат с.-х. наук; Л. П. Трошин, профессор кафедры виноградарства КубГАУ, доктор биол. наук.

В фойе института была представлена выставка достижений научно-исследовательских институтов, где все приглашенные могли ознакомиться с новыми селекционными достижениями и даже попробовать их на вкус.





КУБАНСКАЯ ЯРМАРКА

С 20 по 24 сентября 2017 года в Краснодаре на территории выставочно-конгрессного комплекса «Экспоград Юг» прошла VII Агропромышленная выставка «Кубанская Ярмарка 2017», организованная «Южной Выставочной Компанией» по заказу департамента инвестиций и развития малого и среднего предпринимательства Краснодарского края.

В этом году «Кубанская Ярмарка» собрала около 1 200 участников – представителей малых форм хозяйствования (КФХ и ЛПХ) и предприятий малого бизнеса агропромышленного комплекса Краснодарского края, которые были организованы в 11 кластеров. Общая площадь выставки составила более 35 000 кв. м.

ВНИИ риса также представил свою экспозицию различных сортов риса и овощных культур.

В церемонии открытия приняли участие губернатор Краснодарского края Вениамин Кондратьев, а также председатель ЗСК Владимир Бекетов.

– Эта выставка – отражение широкой кубанской души, символ нашего гостеприимства хлебосольного края. Важно, чтобы такое же разнообразие кубанских продуктов было и на столах в каждой семье, и на полках магазинов региона, и за его пределами, – сказал в ходе церемонии открытия губернатор.

– С каждым годом мероприятие становится интереснее и насыщеннее, здесь представлен опыт передовых аграриев. Нужно и дальше прилагать усилия, чтобы наша кубанская продукция выходила на российский и международный уровень, – отметил Владимир Бекетов.

Для посетителей была организована культурно-развлекательная программа: концертные выступления народных коллективов, конкурсы, тематические фотозоны, интерактивные и детские площадки. Во внутреннем дворе выставочного комплекса «Экспоград Юг» были расположены казачьи курени, где готовились традиционные кубанские блюда.

Впервые на «Кубанской Ярмарке» прошли выступления конного театра КСК Краснодарский ипподром. На манеже выступали призеры всероссийских соревнований, победители соревнований Южного федерального округа, краевых и городских соревнований.



Помимо праздничной программы, в течение работы выставки прошли заседания и круглые столы, а также ряд обучающих семинаров.

По результатам проведения выставки «Кубанская Ярмарка 2017» сельхозпроизводители реализовали на ярмарке 650 тонн продукции, около 18 тысяч предметов народных промыслов и свыше 3 тысяч единиц сельхозтехники. Выручка от реализации продукции составила около 80 млн. рублей. Всего за 5 дней работы выставку посетили более 105 000 гостей.



ОТКРЫТИЕ РОССИЙСКО-КИТАЙСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ



Во ВНИИ риса состоялось торжественное открытие Российско-китайской лаборатории селекции риса Всероссийского научно-исследовательского института риса и Института риса Ляонинской провинции КНР. Это мероприятие было проведено в рамках Соглашения об организации совместной лаборатории селекции риса между ФГБНУ «ВНИИ риса» и LRRRI.

Соглашение об организации совместной лаборатории селекции риса между ФГБНУ «ВНИИ риса» и LRRRI было подписано во время делового визита делегации ученых нашего института в составе замдиректора по научной работе доктора с.-х. наук профессора В. С. Ковалева и замдирек-

тора по инновациям доктора биологических наук Ж. М. Мухиной в июле этого года в Ляонинскую Академию сельскохозяйственных наук.

В ходе командировки российские специалисты были приглашены в Ляонинский институт риса (LRRRI), а также в Институт селекции сельскохозяйственных культур в условиях засоленных почв. При осмотре лабораторий и полевых участков обоих институтов рисоводы обменялись мнениями и национальным опытом по вопросам селекции риса и сопутствующих технологий.

В перечень задач совместной научной программы лаборатории входит обмен генетической плазмой риса, обмен стажерами, совместные публикации, создание совместных сортов для последующей реализации их на территории обеих стран и т. д.



Ученые ВНИИ риса возле памятной доски

ШКОЛЬНИКИ В ГОСТЯХ У УЧЕНЫХ

24 ноября 2017 года во Всероссийском научно-исследовательском институте риса в рамках фестиваля Наука + 0 для школьников СОШ № 77 пос. Белозерного города Краснодара была проведена экскурсия на тему «Самый северный рис в мире».

Ребята ознакомились с различными сортами риса, созданными кубанскими учеными, посетили музей института, коллекцию генетических

ресурсов риса. Большой интерес у школьников вызвало посещение фитотрона, где в камерах искусственного климата, в контролируемых условиях, выращивается рис.

Хочется верить, что после знакомства с нашим институтом некоторые из школьников действительно захотят связать свою жизнь с сельскохозяйственной наукой и, может быть, придут работать во ВНИИ риса.





СЕМИНАР ПО ОСОБЕННОСТЯМ РАСТЕНИЕВОДСТВА

Семинар по особенностям растениеводства в умеренном климатическом поясе прошел 29 ноября 2017 года на базе ВНИИ риса при поддержке Российской академии наук. В мероприятии участвовали: В. Н. Ломов, советник Президента РАН, Д. А. Черноиванова, главный специалист УВС РАН, С. В. Гаркуша, директор ВНИИ риса, доктор с.-х. наук, профессор, ученые института риса, специалисты Северо-Кавказского федерального научного центра садоводства, виноградарства, виноделия.

Кроме того, в семинаре участвовала делегация из Японии, в составе которой были: Такаши Накадзима, директор Департамента планирования и координации, Национальная организация по сельскохозяйственным и продовольственным исследованиям; Такехиро Кокухо, начальник Отделения безопасности продуктов, Группа по производству биологической продукции, Департамент контроля и предотвращения болезней животных, Национальный институт здоровья животных, НАРО; Эйдзи Домон, ведущий научный сотрудник, Центр

генетических ресурсов, НАРО; Хироко Хатама, член руководства, Отдел внешних связей.

В рамках семинара его участники посетили также лаборатории и демонстрационные площадки ВНИИ риса.



Посещение теплицы



В лаборатории института

МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА «ЮГАГРО-2017»



Губернатор Кубани В. И. Кондратьев на открытии выставки

В Краснодаре с 28 ноября по 1 декабря 2017 в выставочном комплексе «Экспоград Юг» проходила XXIV Международная выставка сельскохозяйственной техники, оборудования и материалов для производства и переработки растениеводческой сельхозпродукции «ЮГАГРО».

В выставке принимали участие более 670 компаний из 32 стран, в том числе Германии, Италии, Китая и Турции. Кубань представили 44 производителя и 60 поставщиков. Более 250 компаний продемонстрировали зерно- и кормоуборочные комбайны, тракторы завода «Ростсельмаш», самоходные зерноуборочные комбайны и тракторы CLAAS, сельхозтехнику KUNN и John Deere.

На открытии выставки губернатор Краснодарского края Вениамин Кондратьев напомнил, что в этом году аграрии Кубани собрали рекордный урожай – 14,7 млн тонн зерновых.

– Любой урожай – это усилия ученых, тяжелый труд селян. Еще одна важная составляющая успеха – мощная, современная техника. За последние два года в крае произошло рекордное обновление парка сельхозмашин. Предприятия вложили больше 20 миллиардов рублей. Все это –

инвестиции в наши будущие урожаи, в стабильное развитие экономики, в благополучие сельских территорий, – подчеркнул Вениамин Кондратьев.

Данная выставка – это, в первую очередь, площадка для делового общения. Деловая программа выставки «ЮГАГРО» включала конференции, круглые столы, семинары и презентации по разным отраслям сельского хозяйства, ориентированные на руководителей и специалистов сельхозпредприятий, крестьянско-фермерских хозяйств, перерабатывающих производств.

28 ноября состоялась конференция «Миллион тонн риса: уроки и перспективы», организаторами которой выступили Южный рисовый союз, Министерство сельского хозяйства и перерабатывающей промышленности Краснодарского края. В ней участвовали представители Министерства сельского хозяйства и перерабатывающей промышленности Краснодарского края, сотрудники ФГБНУ «ВНИИ риса», ФГУ «Управление «Кубань-мелиоводхоз», заместители глав муниципальных образований по АПК, руководители и специалисты рисосеющих и перерабатывающих предприятий Краснодарского края. В качестве спикера на конференции выступил директор ФГБНУ «ВНИИ риса» д-р с.-х. наук профессор С. В. Гаркуша.

Были рассмотрены следующие вопросы: «О состоянии российского рынка риса. Производство, переработка, текущая конъюнктура рынка», «О перспективах повышения урожайности риса в Краснодарском крае», «Прогнозы по водообеспеченности посевов риса на Кубани»; «Мероприятия по рациональному использованию водных ресурсов при выращивании риса».





ОВОЩЕВОДСТВО



Гибрид Факел



Гибрид Медовой

На демонстрационном участке овощных культур ФГБНУ «ВНИИ риса» проведено испытание гибридов F₁ перца сладкого. Были высажены 23 гибрида отечественной селекции, 3 сорта и 2 гибрида иностранной селекции. Проведена оценка гибридов по признакам продуктивности, качеству плодов с биологической и технической спелости, по дружности отдачи раннего урожая плодов с целью определения перспективности использования данных гибридов в товарном овощеводстве в условиях Краснодарского края. С учетом анализа гибридов по комплексу хозяйственно-ценных признаков и их адаптивности к стрессовым условиям Центральной зоны Краснодарского края на капельном орошении был определен статус гибридов по способу их использования.

В результате оценки по комплексу хозяйственно-ценных признаков и адаптивности к местным условиям выделены высокоурожайные, с дружной отдачей раннего урожая гибриды, высокотоварные по качеству плодов для выращивания в товарном овощеводстве: Фишт F₁, Памир F₁, Селигер F₁, Факел F₁, (Куб х Ф463) F₁, LS-1551-01 F₁, Лекарь F₁, Темп F₁, Император F₁, Премьер F₁.

Гибриды с желтой окраской плода – Медовой F₁ и гибрид 320 F₁ – также отвечают требованиям товарного производства, но площади под гибридами такого типа пока незначительны.

Гибрид Байкал F₁ и Гибрид 350 F₁, сорта Славутич, Кубанский консервный, Крепыш, гибриды Кент F₁ и Княжич F₁ рекомендуются для выращивания в личных подсобных хозяйствах, т. к. не по всем хозяйственным признакам отвечают требованиям товарного производства.

(Результаты исследований – на стр. 64)



Гибридизация перца в теплице



Сорт Славутич

ПОЛУЧЕНИЕ ГИБРИДОВ ПОДСОЛНЕЧНИКА



В лаборатории биотехнологии и молекулярной биологии ФГБНУ «ВНИИ риса» проведены исследования с применением метода культуры незрелых зародышей на подсолнечнике. Этот метод используется для получения отдаленных гибридов, введения в культурные сорта желаемых признаков, а также для ускорения создания новых форм данной культуры.

Рассмотрена возможность получения растений подсолнечника из зародышей семи-, двенадцати- и двадцатидневного возраста. Показаны различия по частоте выхода растений в зависимости от генотипа, возраста изолированного из семени зародыша и по типу развития растений, полученных из зародышей разного возраста.

В ходе исследований было выявлено, что на эффективность получения растений изучаемых линий подсолнечника существенно влиял возраст зародышей; молодые зародыши формируют более низкие растения; получение растений подсолнечника из зародышей, начиная с 7-дневного возраста, рекомендуется использовать для ускорения селекционного процесса за счет увеличения количества дополнительных поколений.

(Результаты исследований – на стр. 22)



Культивирование зародышей in vitro на питательных средах и их прорастание, 7-е сутки



Индукция каллусогенеза из 7-дневных зародышей подсолнечника



Аномальное развитие растения из 7-дневного зародыша



Сформированные растения из 20-суточного зародыша подсолнечника



Сформированные растения из 20-суточного зародыша подсолнечника



Растения перед высадкой в грунт



Развитие растений из зародышей в грунте

В. Д. АГАРКОВ – УЧЕНЫЙ С ХАРАКТЕРОМ



Владимир Дмитриевич Агарков долгое время возглавлял отдел защиты риса. Окончив в 1953 году Кубанский СХИ и получив специальность ученого-агронома, был направлен на работу в совхоз Красноармейский агрономом отделения. С 1961 по 1967 годы работал младшим, а затем – научным сотрудником Кубанской опытной рисовой станции. С 1972-го – заведомом защиты риса.

Владимир Дмитриевич – личность творческая, деятельная, с очень крепким характером. За время работы вокруг него сформировалась группа ученых, «могучая кучка»: энтомолог Александр Иванович Касьянов, ученый – аналитик по изучению остаточного содержания гербицидов в растении риса, Валентина Яковлевна Гершунина, Елена Семеновна Харченко, грамотнейший сотрудник, занимавшаяся вопросами устойчивости риса к болезням, причин их возникновения и распространения, Александр Семенович Мырзин, Лидия Ивановна Серая, Робинзон Георгиевич Чануквадзе, Всеволод Григорьевич Красников и другие. Все недоразумения по вопросам защиты, консультации агрономов из рисосеющих хозяйств края – все можно было грамотно и профессионально разрешить. Сам Владимир Дмитриевич посвятил свои многолетние исследования изучению сорняков посевов риса и разработке мер борьбы с ними, в т. ч. в Краснодарском крае, с учетом современных требований охраны окружающей среды. Эти исследования – одна из составных частей современной технологии выращивания риса, изложенной в изданиях: «Система мероприятий по защите посевов риса от вредителей,

болезней и сорняков» (М., 1976, 1985), «Методические указания по технологии возделывания риса» (М., 1979, 1983) и другие. Защитные мероприятия для рисоводства Краснодарского края с использованием различных систем орошения, ассортиментом гербицидов, технологией их применения и экотоксикологической характеристикой, разработанные Владимиром Дмитриевичем Агарковым, полностью соответствуют современным индустриальным методам выращивания риса.

По результатам исследований решением диссертационного совета Кубанского ордена трудового Красного знамени сельскохозяйственного института от 17 мая 1968 года В. Д. Агаркову присуждена ученая степень кандидата с.-х. наук. В 1983 г. защитил докторскую диссертацию по теме: «Ежовники рисовых полей – теория и практика борьбы с ними», решением ВАК при совете Министров СССР была присуждена степень доктора с.-х. наук.

Долгие годы В. Д. Агарков являлся постоянным членом Всесоюзного координационного совета по борьбе с сорной растительностью ТСХА. В списке научных трудов – более 142 публикаций, среди которых наиболее значимой является «Теория и практика химической защиты посевов риса», написанная в соавторстве с А. И. Касьяновым. Книга носит энциклопедический характер, поскольку в ней отражены описание болезней, вредителей риса, средства борьбы с ними и механизмы действия химических гербицидов в растительном организме риса. Некоторые технологические и природоохранные аспекты защитных мероприятий получили статус авторского свидетельства. Под руководством ученого подготовлено пять кандидатов наук.

За плодотворную работу и значительный вклад в развитие рисовой отрасли В. Д. Агарков награжден бронзовыми медалями ВДНХ СССР (1972, 1973, 1984, 1987 гг.); правительственной наградой – медалью «за трудовую доблесть» (1973 г.), Почетной грамотой Российской академии сельскохозяйственных наук (2001), знаком «Ветеран труда».

Э. Р. Авакян,
научный редактор
журнала «Рисоводство»,
д-р биол. наук

Т. Н. ЛОТОЧНИКОВА: УЧЕНЫЙ – ОДНОЛЮБ

О Татьяне Николаевне Лоточниковой можно сказать, что она убежденный однолюб по отношению к выбранной профессии.

После окончания Краснодарского политехнического института, ныне Куб ГТУ, она поступила на работу во ВНИИ риса на должность старшего лаборанта в лабораторию технологической оценки зерна риса отдела селекции. Через два года работы получила статус инженера, проявив при этом в полной мере все знания и опыт, приобретенные во время учебы в институте.

Принимала самое активное участие в выполнении многих программ по заданию Госагропрома СССР, в разработке научно обоснованных режимов сушки в вентилируемых бункерах, сушилках для высоковлажных семян риса.

В 1987 году принимала участие в опытной переработке длиннозерного риса сорта Кулон на рисозаводе Красногвардейского комбината хлебопродуктов. Татьяна Николаевна – личность творческая, активно участвует в исследователь-



Т. Н. Лоточникова в лаборатории

ской работе по оценке качества риса, предназначенного для выработки продуктов детского питания.

На протяжении всей научной деятельности вместе с коллегами по работе ежегодно оценивала коллекционные и селекционные сортообразцы по 15 и более технологическим, биохимическим и кулинарным показателям и признакам качества зерна и крупы. Результаты



На выставке. В центре – директор ВНИИ д-р с.-х. наук С. В. Гаркуша

проведенных исследований нашли отражение в более чем 60 научных статьях и защищенной на тему «Изменчивость технологических и биохимических признаков качества зерна новых сортов риса российской селекции» диссертации под руководством доктора биологических наук Н. Г. Туманьян в 2006 г. В диссертации сформулированы селекционные модели качества по четырем основным признакам зерна и крупы.

По максимальному приближению к модели выявлены экологически стабильные сорта, способные сохранять высокое качества зерна и крупы независимо от агроклиматических условий выращивания.

В январе 2009 года, занимая должность ведущего научного сотрудника, Татьяна Николаевна принимала участие в подготовке и проведении сравнительной дегустации 17 сортов селекции ВНИИ риса.

Многолетний и плодотворный труд Т. Н. Лоточниковой неоднократно был отмечен грамотами ВНИИ риса, благодарностями главы администрации Краснодарского края (2006 г.),



На Дне поля риса

Почетной грамотой руководителя департамента образования и науки Краснодарского края (2008 г.)

Редакция журнала «Рисоводство» искренне поздравляет Т. Н. Лоточникову с юбилеем и желает дальнейших творческих успехов!

Э. Р. Авакян,
научный редактор
журнала «Рисоводство»,
д-р биол. наук

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ АВТОРСКИХ ОРИГИНАЛОВ

К публикации принимаются ранее не опубликованные статьи на русском и английском языках. Рукописи представляются на твердом и электронном носителях или по e-mail на адрес **arri_kub@mail.ru** с пометкой «**В редакцию журнала**». Название файла должно содержать указание полугодия и года выпуска номера и фамилию автора латиницей, например, «**1(2014)Ivanova.doc**». Допустимые форматы файлов: **.doc, .docx, .rtf**. В отдельных случаях редакция может попросить представить отдельные файлы изображений или текст также в формате **.pdf**, либо в печатном варианте.

Структура статьи

- УДК;
- инициалы и фамилия, ученая степень автора/авторов и указание города и страны;
- название статьи, аннотация и ключевые слова на русском и английском языках;
- текст статьи;
- список литературы;
- информация об авторе/авторах с указанием их фамилии, имени и отчества (полностью), должности и контактных данных (информация о месте работы, почтовый адрес, e-mail, контактный телефон) на русском и английском языках.

Статью рекомендуется чётко структурировать. Примерная структура: обзор, проблема, гипотезы, материал и методы, изложение, аргументация, обсуждение, выводы. Формально структуру статьи желательно отразить в заголовках внутри текста, выделенных **полужирным** шрифтом.

В случае необходимости перевод редактируется или осуществляется редакцией журнала.

Форматирование текста

Пожалуйста, избегайте собственного форматирования. Окончательное форматирование осуществляется редакцией.

- поля: верхнее, нижнее, правое – 1,5 см, левое – 2 см; шрифт – Times New Roman, 12 кегль; интервал полуторный; абзацный отступ – 1,25 см; без переносов;
- используйте *курсив* или **полужирный курсив** для примеров, а также наиболее важных терминов и понятий;
- избегайте использования подчёркиваний;
- таблицы и рисунки должны иметь отдельную нумерацию (например, **Таблица 1**, **Рисунок 1**) и быть озаглавлены, ссылки на них обязательны в тексте статьи. Название таблиц размещается над левым верхним углом таблицы, название рисунка – под рисунком по центру;
- в случае необходимости можно использовать обычные (не концевые!) пронумерованные сноски

Оформление ссылок и списка литературы

Библиографический список приводится в конце статьи в алфавитном порядке в виде пронумерованного списка источников под названием **ЛИТЕРАТУРА**. Библиографический список оформляется в соответствии с ГОСТ 7.1-2003 «Библиографическая запись. Библиографическое описание».

- Книги 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.
Жученко, А. А. Адаптивная система селекции растений (эколого-генетические основы): в 2 т. / А. А. Жученко. – М.: Изд-во РУДН, 2001. – Т. 1. – 780 с; Т. 2. – 785 с.
Ерыгин, П. С. Физиология риса / П. С. Ерыгин. – М.: Колос, 1981. – 208 с.
Система рисоводства Краснодарского края / под. ред. Е. М. Харитоновна. – Краснодар, 2011. – 316 с.
- Авторефераты Ляховкин, А. Г. Мировой генофонд риса (*Oryza sativa* L.) в связи с проблемами селекции: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук / А. Г. Ляховкин. – Ленинград, 1989. – 58 с.
- Диссертации Ковалев, В. С. Селекция сортов риса для Краснодарского края и Адыгеи и разработка принципов их рационального использования: дис. ... д-ра с.-х. наук в форме научного доклада : 06.01.05 : защищена 25.03.1999 / В. С. Ковалев. – Краснодар, 1999. – 49 с.
- Газеты, Рисоводство: научно-производственный журнал / учредитель: ГНУ «ВНИИ риса» Россельхозакадемии. – 2013, № 1 (22). – журналы Краснодар: Просвещение-Юг, 2013. – ISSN 1684-2464.
- Статьи Кумейко, Ю. В. Влияние ингибитора нитрификации на показатели, характеризующие режим азотного питания растений риса / Ю. В. Кумейко // Рисоводство. – Краснодар, 2013. – № 1 (22). – С. 66-70.
Чижикова, Н. П. Эволюция минералогического состава и микростроения основных типов почв Кубани при рисосеянии / Н. П. Чижикова, М. П. Верба // Почвы и их плодородие на рубеже столетий: Материалы 2-го съезда Белорусского общества почвоведов. – Минск, 2001. – Кн.1. – С. 232-233.
- Электронные Зеленский, Г. Л. Российские сорта риса для детского и лечебного питания [Электронный ресурс] / Г. Л. Зеленский // Научный журнал КубГАУ. – Краснодар, 2011. - № 72 (08). – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2011/08/pdf/01.pdf> (Дата обращения: 1.10.2014).
- Зарубежные Satake, T. High Temperature-Induced Sterility in Indica Rice in the Flowering Stage / T. Satake, S. Yoshida // Japanese Journal of Crop Science. – 1978. – № 47. – P. 6-17.

Ссылки на зарубежные издания размещаются в алфавитном порядке, после отечественных. В тексте статьи ссылка на источник делается путем указания в квадратных скобках порядкового номера цитируемой литературы, например, **[1]**.

Возвращение рукописи автору на доработку не означает, что статья принята к печати. После получения доработанного текста рукопись вновь рассматривается редколлегией. Доработанный текст необходимо вернуть вместе с ответом на все замечания рецензента. Датой поступления считается день получения редакцией финального варианта статьи.

Редколлегия сборника оставляет за собой право отклонять статьи, оформление и/или содержание которых не соответствует изложенным требованиям, а также статьи, получившие отрицательные оценки рецензентов.

Очередность публикации принятых материалов устанавливается в соответствии с внутренним планом редакции.

FORMATTING REQUIREMENTS

Preparing the manuscript

Editorial address

Please send your manuscripts as an e-mail attachment to the following address: **arri_kub@mail.ru**,
“Attn. Editors of the Magazine”.

Languages

Manuscripts can be written in English or in Russian. In view of academic globalization, English articles are especially welcome.

File format

Please prepare the text of your manuscript and submit it as a **.doc, .docx, .rtf file**. Sometimes we may ask for a **.pdf** file for our reference, or for separate **.jpg** files.

Manuscript materials should be ordered as follows:

- authors’ names, academic credentials, city and country;
- abstract of approximately 100 words and its Russian translation 5-7 key words;
- body of work;
- list of references and sources;
- information about the authors including full names, affiliation and contacts including mailing and e-mail addresses;
- If needed, translation can be effected by the editors.

Basic formatting

- Do not format the text, use standard paper size to A4
 - Set line spacing to 1.5
 - Use the same font (Times New Roman, point 12) throughout the document
 - Use *italics* or **boldface italics** to draw the readers’ attention to particular aspects of the text
 - Tables and figures should be numbered separately (**Table 1, Figure 1, etc.**)
 - Use footnotes
- Final formatting will be done by the editors.

Bibliographical references

At the end of the manuscript, provide a full bibliography with the heading: **REFERENCES.**

Arrange the entries **alphabetically** by surnames of authors.

Some examples of references are given below.

Books and monographs Modeling the Impact of Climate Change on Rice Production in Asia / edited by R. B. Matthews, M. J. Kroppf, D. Bachelet, H. H. van Laar. – Wallingford: CAB INTERNATIONAL. – 289 p.
 Yoshida, S. Fundamentals of Rice Crop Science / S. Yoshida. – Los Banos, 1981. – 269 pp.

Journal articles Satake, T. High Temperature-Induced Sterility in Indica Rice in the Flowering Stage / T. Satake, S. Yoshida // Japanese Journal of Crop Science. – 1978. – № 47. – P. 6-17

Online sources Vaghefi, N. The Economic Impacts of Climate Change on the Rice Production in Malaysia [Electronic source] / N. Vaghefi, M. Nasir Shamsudin, A. Makmom, M. Bagheri // International Journal of Agricultural Research. – 2011. – Vol. 6, Issue 1. – Pp. 67-74. – Access mode: <http://scialert.net/abstract/?doi=ijar.2011.67.74> (Accessed 1.10.2014).

References in the text and in the footnotes should include the number of the publication as in the references list enclosed in square brackets, Eg.: **[1]**.

РИСОВОДСТВО / RICE GROWING

НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ / SCIENTIFIC RESEARCH AND PRODUCTION MAGAZINE

ISSN 1684-2464

4 (37) 2017

Подписано в печать	Тираж изготовлен в типографии
18.10.2017	ООО «Издат-Принт»
Формат 62x94	394033, г. Воронеж,
Бумага офсетная	Ленинский пр., 119А, офис 208
Усл. печатн. листов 16.8	
Заказ № 1174. Тираж 300 экз.	