

НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

ISSN 1684-2464

# РИСОВОДСТВО

## RICE GROWING

№ 3 (44)  
2019

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







## Директору «ВНИИ риса» Сергею Валентиновичу Гаркуше — 60!!!

УВАЖАЕМЫЙ СЕРГЕЙ ВАЛЕНТИНОВИЧ!

От имени коллектива Всероссийского научно-исследовательского института риса тепло и сердечно поздравляем Вас со знаменательной датой — 60-летием со дня рождения!

Более тридцати пяти лет Вы отдали служению сельскому хозяйству. Уже более четырех лет Вы возглавляете ведущее научное учреждение, осуществляющее обеспечение деятельности агропромышленного комплекса Российской Федерации по вопросам рисоводства и овощеводства.

Под Вашим руководством коллектив ФГБНУ «ВНИИ риса» добивается высоких результатов в научно-производственной деятельности, заняв лидирующие позиции в рейтинге научно-исследовательских учреждений России.

Ваши усилия направлены на широкое внедрение сортов риса и овощных культур, устойчивых к стрессовым факторам среды, увеличение урожайности и повышение качества продукции. Большое внимание Вы уделяете вопросам повышения продуктивности сельскохозяйственных растений и улучшения плодородия почв.

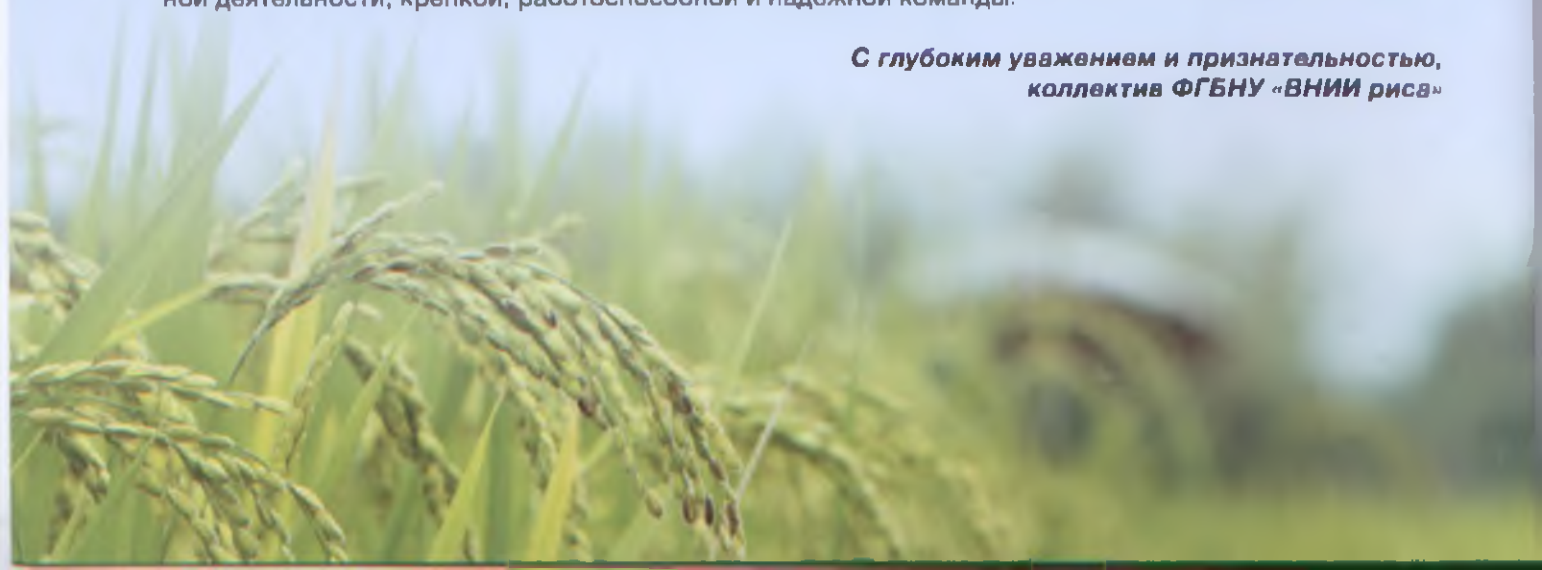
Институт активизировал сотрудничество с ведущими образовательными и научными центрами России ближнего и дальнего зарубежья. Работа с молодежью, подготовка профессиональных кадров, поднятие престижа отечественной сельскохозяйственной науки — важная составляющая Вашей научной и педагогической деятельности.

Достойной оценкой Вашего творческого труда и человеческих качеств является награждение Вас медалью ордена «За заслуги перед Отечеством II степени», почетным званием Заслуженный работник сельского хозяйства Российской Федерации», званием «Почетный работник агропромышленного комплекса Российской Федерации», медалью «За выдающийся вклад в развитие Кубани» и другими. В составе творческого коллектива Вы стали лауреатом премии Правительства Российской Федерации 2018 года в области науки и техники.

Есть такие понятия, над которыми не властно время — долг, профессионализм, ответственность, дух созидания. И все это применимо к Вам. Еще не подвластно годам уважение.

Дорогой Сергей Валентинович, примите наше искреннее уважение и пожелания оставаться тем, кем Вы были для нас все эти годы, тем человеком, за которым хочется идти и с которым хочется работать. С юбилеем Вас, с 60-летием! Счастья Вам, здоровья, благополучия, успешной профессиональной деятельности, крепкой, работоспособной и надежной команды!

*С глубоким уважением и признательностью,  
коллектив ФГБНУ «ВНИИ риса»*



# РИСОВОДСТВО

## НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

ISSN 1684-2464

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

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

Главный редактор

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

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

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

Редакционная коллегия

**И. Б. АБЛОВА** (КНИИСХ им. П. П. Лукьяненко), д-р с.-х. наук  
**Т. Ф. БОЧКО** (КубГУ), канд. биол. наук  
**ДЖАО НЬЯНЛИ** (Китай, Ляонинская Академия с.-х. наук)  
Ph.D

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

**Л. В. ЕСАУЛОВА** (ВНИИ риса), канд. биол. наук  
**Г. Л. ЗЕЛЕНСКИЙ** (КубГАУ), д-р с.-х. наук, профессор

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

**С. В. КОРОЛЕВА** (ВНИИ риса), канд. с.-х. наук  
**П. И. КОСТЫЛЕВ** (ФГБНУ «Аграрный научный центр  
"Донской"»), д-р с.-х. наук, профессор

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Адрес редакции:

Белозерный, 3, Краснодар, 350921, Россия  
arri\_kub@mail.ru, «В редакцию журнала».  
Научный редактор: тел.: (861) 229-42-66

Свидетельство о регистрации СМИ

№ 019255 от 29.09.1999,

выдано Государственным комитетом РФ по печати.

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

# RICE GROWING

## SCIENTIFIC RESEARCH AND PRODUCTION MAGAZINE

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

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

Editor-in-Chief

**S. V. GARKUSHA** (ARRRI)  
Dr. Sc. {Agriculture}, professor  
Deputy Chief Editor

**V. S. KOVALYOV** (ARRRI)  
Doctor of Agricultural Sciences, professor  
Scientific Editor

**N. G. TUMANIAN** (ARRRI)  
Doctor of Biological Sciences, professor

Editorial Board

**I. B. ABLOVA** (Krasnodar Research Institute of Agriculture  
named after P. P. Lukianenko), Dr. Sc. {Agriculture}

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

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

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

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

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

**S. V. KIZINEK** (Krasnoarmeysky Rice Growing Pedigree Plant  
named after A. I. Maystrenko), Dr. Sc. {Agriculture}

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

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

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

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

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

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

**A. I. SUPRUNOV** (Krasnodar Research Institute of Agriculture  
named after P. P. Lukianenko), Dr. Sc. {Agriculture}

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

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

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

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

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

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

Address:

3 Belozerny, Krasnodar, 350921, Russia  
arri\_kub@mail.ru, «Attn. Editors of the Magazine» Scientific  
Editor: tel. (861) 229-42-66

Mass Media Registration Certificate

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

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

## СОДЕРЖАНИЕ

## НАУЧНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ

- С. В. Гончаров, Ю. К. Гончарова**  
Прогресс в селекции полевых культур на примере Краснодарского края 6
- И. Л. Астапчук, Н. В. Репко, Ю. С. Скибина, А. В. Лапикова**  
Наследование устойчивости гибридов озимого ячменя к возбудителю сетчатой пятнистости листьев 12
- Е. В. Дубина, М. Г. Рубан, Ю. В. Анискина**  
Изучение биоразнообразия *Pyricularia oryzae* Cav. в рисосеющих зонах юга России на основе метода ПЦР 20
- Ю. А. Макуха, Е. В. Дубина**  
Разработка методологии оценки устойчивости капусты белокочанной к *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* с применением SSR-маркеров 27
- С. С. Чижикова, Н. Г. Туманьян, М. А. Ладатко**  
Изменчивость новых сортов риса, выращенных в условиях Абинского района Краснодарского края по признакам качества зерна 32
- Э. Ю. Папулова, Т. Б. Кумейко, К. К. Ольховая, Ю. В. Ткаченко, Ю. В. Кумейко**  
Изменчивость сортов риса по физико-химическим признакам качества зерна в связи с различными сроками уборки и уровнем азотного питания 39
- М. А. Ладатко, И. А. Зеленева**  
Реакция новых сортов риса на уровень азотного питания 46
- Е. М. Харитонов, Н. А. Очкас, Ю. К. Гончарова, В. А. Шелег**  
Сорта риса для органического и традиционного земледелия 50
- Р. С. Шарифуллин, В. Н. Паращенко, В. Н. Чижиков**  
Выделение внутривидовых контуров показателей плодородия и дифференцированное внесение минеральных удобрений под рис 57
- М. А. Ладатко, С. И. Скубиев, Х. Х. Аль-Нуссаири**  
Влияние перепадов высот в чеках на урожайность сортов риса в условиях рисосеющего предприятия ФГБУ РПЗ «Красноармейский» 62

## СОДЕРЖАНИЕ

## НАУЧНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ

**С. И. Скубиев, Х. Х. Аль-Нуссаири**

Возможности применения материалов аэрофотосъемки БПЛА для оценки состояния уровня поверхности рисовых чеков

67

**И. В. Козлова, А. И. Грушанин, Н. Н. Бут**

Оценка потенциальных возможностей выращивания семян овощной фасоли в почвенно-климатических условиях Краснодарского края

77

**И. Е. Белоусов, Н. М. Кремзин**

Обеспеченность рисовых почв подвижным фосфором в зависимости от предшественника риса

84

**С. А. Владимиров, Н. Н. Малышева, Е. И. Хатхоху**

Парадигма сбалансированного водопотребления при эксплуатации рисовых оросительных систем в Краснодарском крае

88

## TABLE OF CONTENTS

### SCIENTIFIC PUBLICATIONS

<b>S. V. Goncharov, Yu. K. Goncharova</b> Krasnodar region example of crop breeding progress	6
<b>I. L. Astapchuk, Yu. S. Skibina, A. V. Lapikova, N. V. Repko</b> Inheritance of resistance of hybrids of winter barley to the capser of nets spinniness of leaves	12
<b>E. V. Dubina, M. G. Ryban, Yu. V. Aniskina</b> Study of biodiversity <i>Pyricularia oryzae</i> Cav. in the rice-growing areas south of russia on the basis of methods PCR	20
<b>Yu. A. Makukha, E. V. Dubina</b> Development of the methodology for the estimation of the stability of causes of bloodlined to <i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>campestris</i> with the use of SSR-markers	27
<b>S. S. Chizhikova, N. G. Tumanyan, M. A. Ladatko</b> Variability of new rice varieties grown in conditions of Abinsk district, Krasnodar region by grain quality traits	32
<b>E. Yu. Papulova, T. B. Kumeiko, K. K. Olkhovaya, Yu. V. Tkachenko, Yu. V. Kumeiko</b> Variability of rice varieties by physioco-chemical grain quality traits in connection with different harvesting terms and level of nitrogen nutrition	39
<b>M. A. Ladatko, I. A. Zeleneva</b> Reaction of new rice varieties on the level of nitrogen nutrition	46
<b>E. M. Kharitonov, N. A. Ochkas, Yu. K. Goncharova, V. A. Sheleg</b> Rice varieties for organic and traditional farming	50
<b>R. S. Sharifullin, V. N. Parashchenko, V. N. Chizhikov</b> Identification of in-field contours of fertility indicators and differentiated application of mineral fertilizers for rice	57
<b>M. A. Ladatko, S. I. Skubiev, Al-Nussairi Husam Khalaf</b> Influence of height differences in checks on yield of rice varieties under the conditions of rice growing enterprise FSBI RPZ "Krasnoarmeysky"	62

## TABLE OF CONTENTS

## SCIENTIFIC PUBLICATIONS

**S. I. Skubiev, Al-Nussairi Husam Khalaf**

Possibilities of using aerial photography of UAVs for evaluating the state of the level surface of rice fields

67

**I. V. Kozlova, A. I. Grushanin, N. N. But**

Evaluation of potential possibilities of growing vegetable beans seeds in soil-climate conditions of the Krasnodar region

77

**I. E. Belousov, N. M. Kremzin**

Provision of rice soils with mobile phosphorus depending on the rice predecessor

84

**S. A. Vladimirov, N. N. Malysheva, E. I. Khatkhokhu**

The paradigm of the balanced water consumption when operating the rice irrigation systems in krasnodar region

88

УДК 632.52

**С. В. Гончаров**, д-р с.-х. наук,  
г. Воронеж, Россия  
**Ю. К. Гончарова**, д-р биол. наук,  
г. Краснодар, Россия

### ПРОГРЕСС В СЕЛЕКЦИИ ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР НА ПРИМЕРЕ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ

Увеличение или уменьшение площадей, занимаемых культурами, происходит под воздействием изменения спроса и прибыльности производства, зависящих от урожайности. Цель исследований — оценить эффективность селекции основных полевых культур на основании темпов прироста урожайности на примере Краснодарского края. Используя методы экономико-статистический, абстрактно-логический, графический, регрессионный, а также экспертных оценок, авторы проанализировали данные Росстата за 20 лет (1996–2017 гг.) и литературные данные. Регрессионный анализ позволяет на основе моделирования нивелировать влияние случайных факторов на динамику переменных величин. Линии параболы, описываемые уравнением  $y = ax^2 + bx + c$  в наиболее точно отражают тенденции изменения посевных площадей культур. Моделирование урожайности показывает, что наибольший прогресс в селекции наблюдается у сахарной свеклы (+1,64 т/га урожайности в год), риса (+0,18 т/га), что выше, чем у кукурузы (+0,17 т/га) и у озимой пшеницы (+0,12 т/га). Однако, судя по относительному приросту урожайности за сезон в процентном выражении, лидируют кукуруза (+9,8 % в год), сахарная свекла (+9,6 %), рис (+7,3 %), подсолнечник (+7,2 %), соя (+6,2 %). Площади, занимаемые соей и кукурузой, растут опережающими темпами (+21,0 % и +11,8 % в год по отношению к уровню 1996 г.) при значительном увеличении урожайности. Озимый ячмень и горох, наоборот, с каждым годом сеют меньше (-2,6 % и -2,1 % снижения посевных площадей в год соответственно) при умеренном прогрессе селекции. Показано, что наиболее высокие темпы роста урожайности демонстрируют культуры с существенной долей зарубежного сортимента, за исключением риса. Недостаточный прогресс в селекции отдельных культур можно объяснить тем, что со времени отхода государства от плановой экономики, сеть научно-исследовательских организаций, сформированных в экс-СССР, сохранилась в современной России без структурных реформ, недостаточно приспособленной к рыночной экономике и в условиях хронического недофинансирования.

**Ключевые слова:** эффективность селекции, сортимент, урожайность, посевная площадь, регрессия, моделирование, экспорт

### KRASNODAR REGION EXAMPLE OF CROP BREEDING PROGRESS

Crop acreage fluctuation is under influence of demand and margin flexibility both, which depend from crop yields. The article aim is to compare main crop breeding efficiency on the base of annual yield growth in Krasnodar region. Authors have analyze crop yields for the last 20 years (1996–2017), with collected from National statistical database. Economic-statistical, abstract-logical, graphical, regression ones, and expert assumptions methods were applied in the research. Regression analysis may reduce input of uncontrolled factors on dynamic of variable quantities. Regression line formulas, like  $y = ax^2 + bx + c$ , is exactly described tendencies of change of crop acreage. Modelling shows, that the highest breeding progress was observed in sugar beet (+1.64 ton/ ha of the yield surplus per annum), and in rice (+0.18 ton/ ha), that higher, than at in corn (+0.17 ton/ ha) and in winter wheat (+0.12 ton/ ha). However judging on the relative yield increase per annum in percent expression, such crops lead, as corn (+9.8 % per annum), sugar beet (+9.6 %), rice (+7.3 %), sunflower (+7.2 %), and soy (+6.2 %). Soy and corn planted acreage grow up passing ahead rates (+21.0 % and +11.8 % per annum vs to 1996 level) at the considerable rates of yield increase. Winter barley and peas, vice versa, are planted with less acreage rate (-2.6 % and -2.1 % sowing areas per annum accordingly) at moderate progress of crop breeding. The decrease in crop yields during the period of adjustment reached from 15.9 % in winter wheat, to 48.3 % in maize, production is proceeding at a different pace.

It is found, that the majority of crops with high rates of yield growth has got significant share of seed ownership by foreign breeders, with except of rice. Poor progress in breeding of some crops may be explained, as the State had deviated away from planned economy in the end of XX century. Current research and development organizations network was maintained in ex-USSR, and then was inherited by modern Russia without structural reforms, proper funding, and weak adjusted to the market economy in common. Visually high rates of some crop yield growth may be partly explained by common agricultural improvement after considerable destruction during so-called "perestroika" period.

**Key words:** breeding efficiency, seed portfolio, yields, crop acreage, regression, modelling, export.

### Введение

Изменение посевных площадей под культурами происходит вследствие реакции сельхозпроизводителей на изменение внутреннего и внешнего спроса

и прибыльности производства, которая в значительной степени зависит от урожайности. Селекция на урожайность — главная цель селекционных программ, а биологический потенциал сорта — осно-



вой фактор наращивания объемов производства, повышения качества продукции и снижения ее себестоимости. В современных условиях сорт становится конкурентным преимуществом сельхозпроизводителей и объектом инвестирования капитала. Он является одним из факторов повышения экономической эффективности и стабильного развития отрасли растениеводства. В современной литературе нет общепринятой методики оценки результативности селекции той или иной культуры.

**Цель исследования**

Оценить эффективность селекции основных полевых культур на основании темпов роста урожайности (в натуральных и относительных величинах) в отдельном регионе на примере Краснодарского края.

**Материалы и методы**

Используя различные методы исследований (экономико-статистический, абстрактно-логический, графический, регрессионный, а также экспертных оценок), авторы проанализировали данные Росстата, а также другие опубликованные литературные данные для разработки нового подхода к решению задачи.

**Результаты и обсуждение**

Вопросами определения эффективности селекции сельскохозяйственных культур в Краснодарском крае занимались А. А. Романенко (1998) и Т. Н. Романенко (2006), разрабатывая собственные подходы и решения, в основе которых – оценка прогресса урожайности [5, 7].

О прогрессе селекции, можно судить по относительному приросту посевных площадей и урожайности за относительно продолжительный период времени. Однако в связи с особенностями физиологии разных культур целесообразно рассматривать изменение данных величин за год (полный цикл полевых работ). Регрессионный анализ, позволяющий на основе моделирования прогнозировать последующую динамику переменных величин, способен нивелировать вариабельность показателей, в том числе посевных площадей и урожайности [2]. Чтобы повысить достоверность сравнений, изучали посевные площади и урожайность основных сельскохозяйственных культур в условиях Краснодарского края за последние 30 лет (1996–2017 гг.).

Взяв за основу площади под основными культурами в Краснодарском крае за 20-летний срок, использовали регрессионный анализ для выявления трендов в изменчивости данного показателя. Линии параболы, описываемые уравнением  $y = ax^2 + bx + c$ , в большинстве случаев наиболее точно отражают динамику изменения посевных площадей рассматриваемых культур; коэффициент детерминации  $R^2$  был больше таковых других типов регрессионных кривых за исключением гороха (рис. 1). Посевные площади гороха лучше описываются линейной регрессией с уравнением  $y = ax + b$ . В отношении кукурузы коэффициент детерминации параболической линии регрессии составил  $R^2 = 0,9046$ , что больше  $R^2 = 0,8843$  при аппроксими-

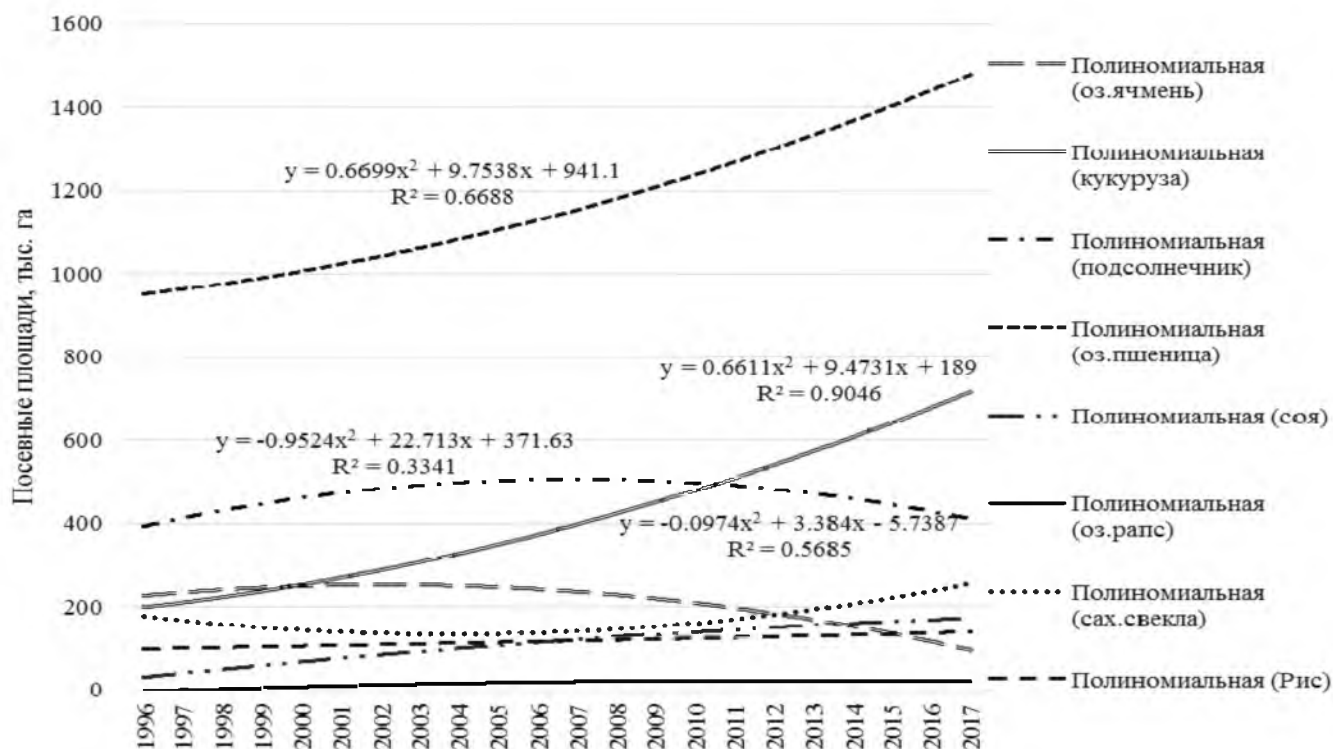
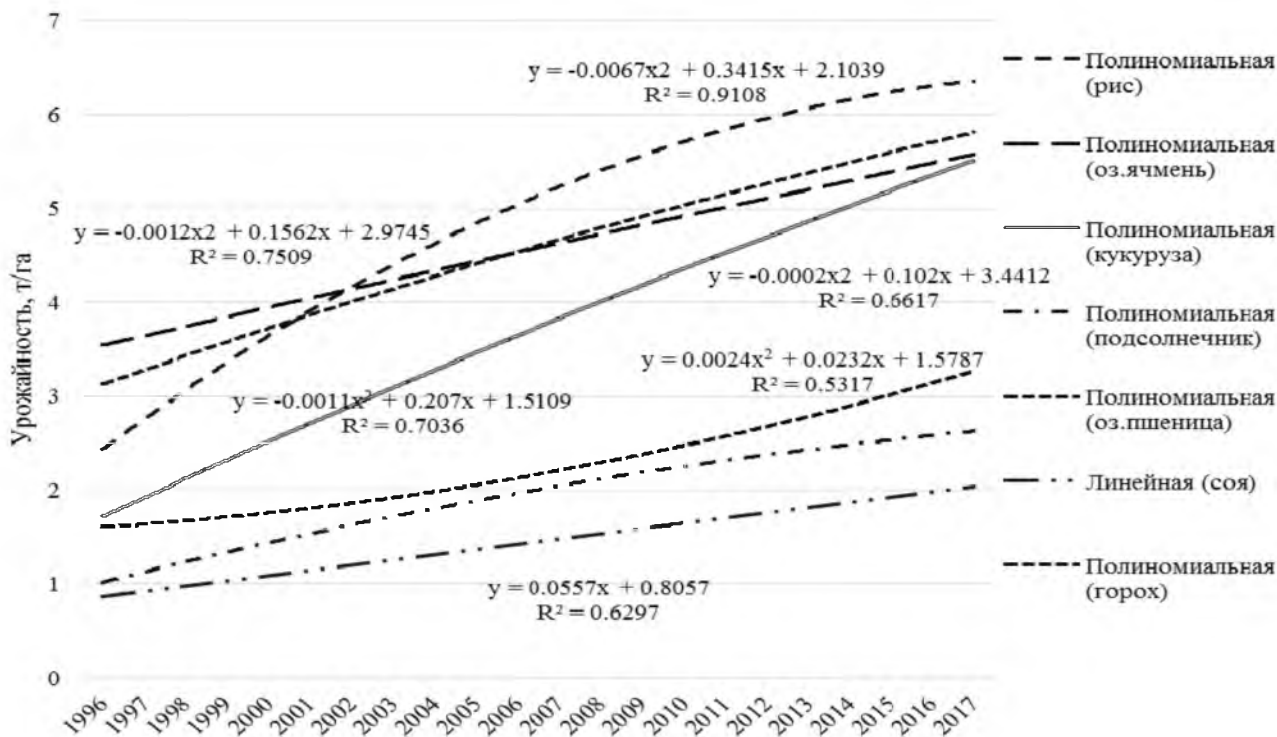


Рисунок 1. Линии регрессии посевных площадей групп полевых культур, тыс. га



**Рисунок 2. Линии регрессии урожайности основных полевых культур в Краснодарском крае**

мации с помощью линейной регрессии. Подразумевается, что расчетные параметры модели, определяемые формулой  $y = 0,6611x^2 + 9,4731x + 189$ , на 90,5 % объясняют зависимость посевных площадей кукурузы от календарного года, то есть показывают высокую степень связи.

Для сравнительного анализа с помощью моделирования сопоставляли значения посевных площадей, рассчитанные по формулам, соответствующим регрессионным кривым по каждой культуре, а не фактические значения. Тем самым нивелировали влияние других факторов на изучаемый признак.

Посевные площади озимой пшеницы в Краснодарском крае преобладают по сравнению с другими культурами; их рост продолжается благодаря высокой прибыльности, относительной простоты агротехнологий и практически неограниченному внешнему спросу из-за близости к морским портам. То есть главным драйвером роста площадей пшеницы остается экспорт, на который ориентируются сельхозпроизводители. На основании невысокого коэффициента детерминации  $R^2 = 0,6688$ , можно предположить, что на изменчивость площадей пшеницы влияют также другие факторы: наличие приемле-

**Таблица 1. Моделирование посевных площадей основных полевых культур в Краснодарском крае, 1996–2018 гг.**

Культура	Коэффициент детерминации	Формула уравнения регрессионной кривой	Расчетная площадь, тыс. га	
			1996 г.	2018 г.
Озимая пшеница	$R^2 = 0,6688$	$y = 0,6699x^2 + 9,7538x + 941,1$	951,51	1479,52
Кукуруза	$R^2 = 0,9046$	$y = 0,6611x^2 + 9,4731x + 189$	199,13	717,38
Подсолнечник	$R^2 = 0,3341$	$y = -0,9524x^2 + 22,713x + 371,63$	393,39	410,35
Озимый ячмень	$R^2 = 0,5477$	$y = -0,7107x^2 + 10,131x + 216,89$	226,31	95,79
Сахарная свекла	$R^2 = 0,3579$	$y = 0,6963x^2 - 12,253x + 188,72$	177,16	256,16
Горох	$R^2 = 0,2619$	$y = -1,2055x + 55,229$	54,02	28,71
Озимый рапс	$R^2 = 0,5685$	$y = -0,0974x^2 + 3,384x - 5,7387$	0,00	21,57
Рис	$R^2 = 0,7906$	$y = 0,0196x^2 + 1,4555x + 97,566$	99,04	139,07
Соя	$R^2 = 0,7697$	$y = -0,1474x^2 + 10,147x + 20,706$	30,70	172,38

Таблица 2. Моделирование урожайности основных полевых культур в Краснодарском крае, 1996–2018 гг.

Культура	Коэффициент детерминации	Формула уравнения регрессионной кривой	Расчетная урожайность, т/га	
			1996 г,	2018 г,
Рис	$R^2 = 0,9108$	$y = -0,0067x^2 + 0,3415x + 2,1039$	2,44	6,37
Озимая пшеница	$R^2 = 0,7509$	$y = -0,0012x^2 + 0,1562x + 2,9745$	3,13	5,83
Озимый ячмень	$R^2 = 0,6617$	$y = -0,0002x^2 + 0,102x + 3,4412$	3,54	5,59
Кукуруза	$R^2 = 0,7036$	$y = -0,0011x^2 + 0,207x + 1,5109$	1,71	5,40
Подсолнечник	$R^2 = 0,9228$	$y = -0,0016x^2 + 0,1142x + 0,9095$	1,02	2,65
Соя	$R^2 = 0,6297$	$y = 0,0557x + 0,8057$	0,86	2,03
Горох	$R^2 = 0,5317$	$y = 0,0024x^2 + 0,0232x + 1,5787$	1,60	3,25
Сахарная свекла	$R^2 = 0,8553$	$y = 1,7178x + 15,406$	17,12	53,20
Озимый рапс	$R^2 = 0,7651$	$y = 0,0642x + 1,0289$	1,09	2,44

мых предшествующих культур, волатильность цен на зерно и продукты интенсификации (ГСМ, удобрения, средства защиты растений и т.д.), риски и др.

На рисунке 1 представлены не все уравнения, описывающие регрессионные кривые площадей, а лишь части рассматриваемых культур; полный список уравнений показан в таблице 1. Регрессионные кривые показывают, что в настоящее время сохраняется динамика увеличения посевных площадей риса, рапса, сои, причем, судя по коэффициентам детерминации ( $R^2 = 0,7906$ ,  $R^2 = 0,5685$  и  $R^2 = 0,7697$  соответственно), эти тенденции достоверные. Соответственно увеличивается спрос на семена, требующий предложения от селекционных учреждений и семеноводческих предприятий. В противоположность данным культурам, теряют свои позиции в последнее десятилетие подсолнечник, горох после периода роста площадей до начала нулевых годов XXI века. Сокращаются площади озимого ячменя, как культуры, конкурентной озимой пшенице.

Используя формулы регрессионных кривых для расчета теоретических показателей посевных пло-

щадей согласно установленным трендам, тем самым, нивелируем влияние сторонних факторов на их изменчивость (табл. 1). Сопоставление расчетных площадей, полностью соответствующих формулам, и занимаемых культурами в 1996 и 2018 гг., дает представление об их динамике, а с учетом особенностей регрессионных кривых, еще и о характере изменений. Однако сам по себе рост площадей еще не является показателем прогресса селекционных достижений; это результат увеличения интереса к конкретным культурам со стороны сельхозпроизводителей, например, в результате роста спроса.

Для анализа эффективности селекции применим аналогичный подход для оценки урожайности того же набора культур. Судя по регрессионным кривым на рисунке 2, урожайность всех культур возрастает, но разными темпами. В настоящее время наиболее высокая урожайность у сахарной свеклы, риса, пшеницы, ячменя и кукурузы.

Динамика урожайности сои, рапса и сахарной свеклы лучше описывается линейной регрессией, тогда как для других культур более корректно ис-

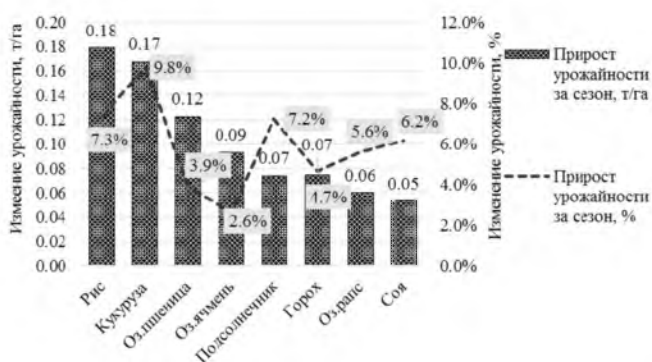


Рисунок 3. Динамика прироста урожайности основных полевых культур в Краснодарском крае, 1996–2018 гг.

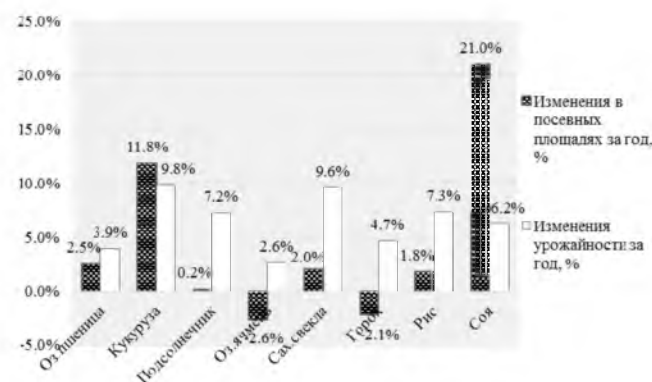


Рисунок 4. Относительные изменения площадей и урожайности основных полевых культур в Краснодарском крае, выраженные в % за год (1996–2017 гг.)

пользовать полиномиальные кривые, причем по рисунку ( $R^2 = 0,9108$ ), аппроксимация самая достоверная. Кривая урожайности сахарной свеклы не представлена из-за несопоставимости данного показателя с другими культурами. С помощью формул, описывающих регрессионные кривые, рассчитали урожайность полевых культур, соответствующую моделям, в 1996 и 2018 гг. соответственно (табл. 2).

На основании расчетной урожайности в 1996 и 2018 гг. можно провести анализ изменения показателя в натуральном выражении, то есть в тоннах на гектар за сезон (рис. 3). Так, наибольший прогресс в селекции наблюдается у сахарной свеклы (+1,64 т/га в год), риса (+0,18 т/га), что выше, чем у кукурузы (0,17 т/га) и у озимой пшеницы (+0,12 т/га). Меньше прогресс у сои (+0,05 т/га) и озимого рапса (+0,06 т/га). Однако если рассмотреть относительный прирост урожайности за сезон в процентном выражении, то картина выглядит иной. Наибольший прирост урожайности по отношению к уровню 1996 г. демонстрируют такие культуры, как кукуруза (+9,8 % в год), сахарная свекла (+9,6 %), рис (+7,3 %), подсолнечник (+7,2 %), соя (+6,2 %), опережая озимую пшеницу (+3,9 %) и озимый ячмень (+2,6 %).

Считается, что прирост урожайности пшеницы и кукурузы в мире на 2,5–3,0 % за сезон должен удовлетворить потребности увеличивающегося населения планеты как минимум до 2030 года [10].

Сопоставив относительный прирост урожайности за сезон с таким показателем, как изменение посевных площадей за сезон, косвенно отображающим рыночную конъюнктуру востребованности производимой продукции, можно охарактеризовать рыночное позиционирование культур и их относительную конкурентоспособность.

В силу востребованности кормового белка посевные площади сои растут опережающими темпами (+21,0 % в год по отношению к уровню 1996 г.) при значительных темпах увеличения урожайности (+6,2 % в год) (рис. 4). Кукуруза также де-

монстрирует рост посевных площадей (+11,8 % в год) и при высоких темпах прироста урожайности (+9,8 %), хотя в ближайшие годы рыночная конъюнктура складывается не в пользу данной культуры, и следует ожидать замедление роста. Продолжается медленный рост площадей сахарной свеклы (+2,0 % в год) при прогрессе урожайности (+9,6 %) Посевные площади подсолнечника стабильны даже при высоких темпах прогресса селекции.

Озимый ячмень и горох с каждым годом сеют меньше (снижение посевных площадей в год -2,6 % и -2,1 % соответственно) при умеренном прогрессе селекции. Незначительные темпы роста посевных площадей риса (+1,8 % в год) при опережающих темпах роста урожайности по сравнению с другими зерновыми колосовыми культурами объясняются особенностями агротехнологии (потребность в рисовых чеках, орошение и др.) и инновационными селекционными подходами и решениями [8, 9].

Наиболее высокие темпы роста урожайности демонстрируют культуры с существенной долей зарубежного сортимента. По данным Россельхозцентра доля семян иностранной селекции составила в 2017 г.: по сахарной свекле — 98,8 %, по подсолнечнику — 59,4 %, кукурузе — 51,2 %, рапсу озимому — 46,1 %, гороху — 36,8 %, сое — 28,8 % [3]. Несмотря на «программу импортозамещения», доля рынка, занимаемая семенами иностранного сортимента, не снижается из-за более высокой добавленной стоимости и сочетания потребительских свойств у них.

Это позволяет предположить, что существующие объемы финансирования отечественных селекционных программ ниже потребностей государственных научных учреждений даже при наличии внебюджетного финансирования. Выведение сорта — длительный процесс, требующий привлечения значительных ресурсов. Эффективность селекции зависит не только от энтузиазма ученого, но от современного инструментария (климатических камер, генетических

**Таблица 3. Снижение урожайности культур в период перестройки**

Культура	Максимальная урожайность, до 1990 г., т/га	Минимальная урожайность после 1990 г., т/га	Снижение урожайности	
			т/га	%
Рис	4,7	2,83	1,87	39,8
Озимая пшеница	4,41	3,71	0,7	15,9
Озимый ячмень	2,05	1,27	0,78	38,0
Кукуруза	3,15	1,63	1,52	48,3
Подсолнечник	1,77	1,25	0,52	29,4
Соя	1,32	0,79	0,53	40,2
Горох	1,50	0,8	0,7	46,7
Сахарная свекла	24,0	13,6	10,4	43,3

платформ, молекулярных маркеров, оборудования для геномного редактирования и т.д.), а также последовательной защиты прав селекционеров, которые невозможны без расширенного воспроизводства [4, 5].

Отставание отечественной селекции сельскохозяйственных культур по ряду направлений произошло, так как с времени отхода государства от плановой экономики сеть научно-исследовательских организаций, сформированных в экс-СССР, сохранилась в современной России без структурных реформ в неизменном состоянии, недостаточно приспособленной к рыночной экономике [1]. Хроническое недофинансирование селекционных программ и аграрной науки в целом — лишь одна из причин их деградации. Высокие темпы роста урожайности изучаемых культур в 1996–2017 гг.

объяснимы периодом восстановления АПК. В таблице 3 показано снижение урожайности культур в крае.

#### **Выводы**

1. С помощью моделирования выявлены тенденции в развитии площадей и урожайности основных полевых культур в Краснодарском крае за 20-летний период (1996–2017 гг.)

2. Прирост площадей наблюдается наиболее высокими темпами у сои (+21,0 % в год), кукурузы (+11,8 %), озимой пшеницы (+2,5 %); уменьшаются площади, занимаемые озимым ячменем (-2,6 %) и горохом (-2,1 %).

3. По темпам прироста урожайности в Краснодарском крае, характеризующим прогресс селекции, лидируют кукуруза (+9,8 % в год), сахарная свекла (+9,6 %) и рис (+7,3 %).

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Гончаров, С. В. Селекция озимой пшеницы: в поисках совершенствования механизма финансирования / С. В. Гончаров // Вестник ВГАУ. — Воронеж, 2016. — № 3 (50). — С. 18–32.
2. Гончаров, С. В. Конкурентоспособность отечественного сортимента зернобобовых культур / С. В. Гончаров, Т. Г. Ващенко, Г. Г. Голева // Второй Международный форум «Зернобобовые культуры, развивающееся направление в России». Омск. — 2018. — С. 36–40.
3. Лачуга, Ю. Ф. Концепция стратегии развития семеноводства в Российской Федерации / Лачуга Ю. Ф., Плугатарь Ю. В., Макрушин Н. М. и др. // Симферополь. — 2018.
4. Моисеев, В. В. Реализация прав на объекты интеллектуальной собственности при вступлении России в ВТО / Моисеев В. В. // Труды Кубанского государственного аграрного университета. — 2006. — № 4. — С. 47–55.
5. Нечаев, В. И. Оценка новых сортов и гибридов как объектов интеллектуальной собственности / В. И. Нечаев, В. В. Моисеев // АПК: экономика, управление. — 2006. — № 7. — С. 20–23.
6. Романенко, А. А. Эффективность селекции и семеноводства озимых колосовых культур в Краснодарском крае / А. А. Романенко // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. — 1998. — № 1. — С. 59–61.
7. Романенко, Т. Н. Экономическая эффективность селекции зерновых культур и использования новых сортов в сельскохозяйственном производстве (на примере зернового подкомплекса АПК Краснодарского края) / Романенко Т. Н. // Дисс... канд. эконом. наук. — Майкоп. — 2006. — 232 с.
8. Харитонов, Е. М. Использование гетерозиса, как основное направление селекционных работ, способное обеспечить конкурентоспособность российских селекционных достижений / Е. М. Харитонов, Ю. К. Гончарова, В. Н. Брумяко и др. // Труды Кубанского государственного аграрного университета. — 2016. — № 59. — С. 370–378.
9. Харитонов, Е. М. Применение многомерных методов для разделения сортов риса по реакции на изменение условий / Е. М. Харитонов, Ю. К. Гончарова, Н. А. Очкас и др. // Сельскохозяйственная биология. — 2017. — № 52(1). — С. 152–1609.
10. Fischer, R. A. Cereal breeding in developing countries: progress and prospects International crop science / Fischer R. A. // I. International Crop Science Congress, Ames, Iowa, USA. — 1993. — P. 201–209.

#### **Гончаров Сергей Владимирович**

Профессор кафедры селекции, семеноводства и биотехнологии

E-mail: slogan1960@mail.ru

ФГБОУ ВО «Воронежский ГАУ

им. императора Петра I»

ул. Мичурина 1, Воронеж, 394087

#### **Гончарова Юлия Константиновна**

Заведующая лабораторией генетики

и гетерозисной селекции

E-mail: yuliya\_goncharova\_20@mail.ru

ФГБНУ «ВНИИ риса»

пос. Белозерный 1, г. Краснодар, 350921

#### **Sergey Vladimirovich Goncharov**

Full Professor of Crop Breeding & Biotechnology Chair

E-mail: slogan1960@mail.ru

FBGU VO "Voronezh State Agrarian University

named after Emperor Peter"

1 Michurin Str., Voronezh, 394087

#### **Yulia Konstantinovna Goncharova**

Head of Genetics and Heterosis Breeding

Department

E-mail: yuliya\_goncharova\_20@mail.ru

FGBU National Research Institute of Rice

p. Belozerny, Krasnodar, 350921



УДК 631. 52: 635. 627

**И. Л. Астапчук,**  
**Н. В. Репко,** д-р с.-х. наук,  
**Ю. С. Скибина,**  
**А. В. Лапикова,**  
 г. Краснодар, Россия

### НАСЛЕДОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ГИБРИДОВ ОЗИМОГО ЯЧМЕНЯ К ВОЗБУДИТЕЛЮ СЕТЧАТОЙ ПЯТНИСТОСТИ ЛИСТЬЕВ

*Представлены результаты генетического анализа устойчивости родительских особей и гибридов  $F_1$  озимого ячменя к сетчатой пятнистости листьев. Установлено, что устойчивость к сетчатой пятнистости листьев озимого ячменя проявляет доминантный эффект. Коэффициенты доминантности гибридов  $F_1$  варьируют от 1,03 до 1,35, что показывает эффект сверхдоминирования резистентности к *P. teres*. Гибридологический анализ гибридных растений в  $F_2$  указывает на дигенное наследование признака устойчивости к сетчатой пятнистости листьев озимого ячменя.*

**Ключевые слова:** Озимый ячмень, сетчатая пятнистость листьев, гибриды, наследование, устойчивость.

### INHERITANCE OF RESISTANCE OF HYBRIDS OF WINTER BARLEY TO THE CAPSER OF NETS SPINNESS OF LEAVES

*The results of the genetic analysis of resistance to the net blotch of the leaves of parental individuals and  $F_1$  hybrids of winter barley are presented. It has been established that resistance to reticular spotting of winter barley leaves exhibits a dominant effect. The dominance coefficients of  $F_1$  hybrids range from 1.03 to 1.35, which indicates the effect of *P. teres* over-dominance. Hybridological analysis of hybrid plants in  $F_2$  indicates a digressive inheritance of the trait of resistance to reticular blotch of winter barley leaves.*

**Key words:** net blotch, winter barley, hybrids, inheritance, resistance.

#### Введение

Ячмень относится к числу древнейших культурных растений. Первоначально ячмень использовался как продовольственная и пищевая культура, позже его стали выращивать для фуражных целей и сейчас это — одна из основных аграрных культур [6]. В мире ячмень возделывается на площади около 60 миллионов гектаров, что и определяет его место после пшеницы, риса и кукурузы [7].

Активное формирование патогенных комплексов является главной причиной высоких потерь урожая зерновых колосовых культур в России, в том числе и на Северном Кавказе. В 1990–2000 годы, на юге Российской Федерации среди заболеваний ячменя стала преобладать сетчатая пятнистость листьев. Впервые данный возбудитель был найден и описан в 1928 г., с тех пор он встречается ежегодно [2]. При значительном распространении *P. teres* Drechs. потери зерна могут достигать до 50 % [5]. Этому содействуют способность патогена быстро адаптироваться к стрессовым условиям внешней среды, использование нулевой обработки почвы, обширное применение фунгицидов, а также возделывание неустойчивых сортов. С целью расширения генетического многообразия сортов ячменя нужен непрерывный поиск доноров устойчивости, и на их основе создание и внедрение в производство высокоурожайных и иммунных к патогену сортов. Устойчивость растений злаковых зерновых культур к грибным болезням, в том числе

и сортов озимого ячменя, является актуальным направлением в селекции. Возделывание иммунных сортов способствует получению рентабельной зерновой продукции, снижению затрат при возделывании и сохранению экологии [8].

В процессе создания иммунных и высокопродуктивных сортов озимого ячменя необходим целенаправленный подбор родительских пар для гибридизации.

#### Цель исследований

Изучить наследственность у растений, которую проводят различными способами и методами, одним из которых является исследование генетики количественных признаков, в том числе и наследование устойчивости образцов, линий, сортов, гибридов, что и явилось целью наших исследований.

#### Материалы и методы

Исследования были проведены в 2014–2018 гг. На основе результатов микологического анализа 241 образца озимого ячменя (2014–2015 гг.) были подобраны родительские пары для гибридизации. В качестве контроля по восприимчивости использовали сорта Лазарь, Романс, по урожайности — сорт Кондрат.

Семена каждой гибридной комбинации были посеяны в 2016 г. на опытной станции учхоза «Кубань» ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина». Размещение гибридных зерновок в ряду делянки через 5 см, с целью увеличения коэффициента размножения семян. На всех растениях  $F_1$  гибридных комбинаций

была проведена инокуляция патогеном и оценка их устойчивости к *P. teres* в процентах по шкале Бабаянц [1]. Такая же оценка была проведена каждой родительской особи. Результаты оценки устойчивости гибридов F<sub>1</sub> озимого ячменя были отмечены на пергаментных этикетках для каждого растения. После созревания семян растения каждого гибрида были срезаны серпом с этикеткой названия комбинации и обмолочены на сноповой молотилке МС 25с. Семена каждой гибридной комбинации были очищены и подготовлены для посева осенью. По результатам средних значений устойчивости каждого гибрида и их родительских особей были оценены коэффициенты фенотипической доминантности по методике Густафсона [3].

$$hp = (F - MP) : (P - MP),$$

где:

*F* — значение устойчивости у гибрида;

*MP* — среднее значение признака родительских форм  $(P_1 + P_2) : 2$ ;

*P* — среднее значение устойчивости лучшего родителя;

*hp* — 0–0,5 — частичное или полудоминирование признака;

*hp* — 0,6–0,9 — не полное доминирование;

*hp* — 1,0 — полное доминирование;

*hp* > 1 — сверхдоминирование.

Для статистической обработки данных использовали критерий Стьюдента, а также дисперсионный анализ [4]. Для установления количества генов в гибридных комбинациях, контролирующей устойчивость растений к *P. teres* мы провели гибридологический анализ на растениях F<sub>2</sub>. Гибридологический анализ по моногенной и двухфакторной моделям проводили по методике В. А. Дзюбы [3].

Для создания исходного материала при селекции новых сортов озимого ячменя, устойчивых к заболеванию сетчатой пятнистости листьев, мы воспользовались остатками гибридных растений F<sub>2</sub> после гибридологического анализа. Параллельно с гибридологическим анализом провели на оставшихся растениях F<sub>2</sub> оценку устойчивости к сетчатой пятнистости листьев. Результаты оценки каждого гибридного растения фиксировали на красных и белых пергаментных этикетках, которые прикрепляли к стеблю.

В фазу полной спелости все гибридные растения были убраны с корнями. Родительских форм

брали по 25 растений. Гибридные растения были разделены на 2 класса:

1) устойчивые — сохранность листовой пластинки 90–100 %;

2) частично восприимчивые — сохранность листовой пластинки 70–80 %;

3) средне-устойчивые — сохранность листовой пластинки 60–70 %;

4) восприимчивые — сохранность листовой пластинки 0–50 %.

Посев семян родительских форм был проведен вручную по предварительно нарезанным бороздам. Междурядья — 15 см, площадь делянки — 1 м<sup>2</sup>, длина делянки — 1 м. Норма высева семян каждой родительской формы составила 400 семян на 1 м<sup>2</sup>. Для каждой гибридной комбинации было посеяно по 1 м<sup>2</sup> в трехкратной повторности. В фазу колошения провели гибридизацию. Кастрирование материнских особей проводили рано утром (6–9 ч.), удаление пыльников проводили пинцетом. Для скрещивания брали по 10–15 колосьев каждой материнской формы. Опыление проводили «Твел» — методом срезанными колосьями с отцовского сорта. После созревания зерен под изолятором, колосья срезали с частью стебля, обмолачивали вручную и подсчитывали количество гибридных зерен.

#### Результаты и обсуждение

Была смоделирована следующая схема скрещиваний (табл. 1).

В каждой гибридной комбинации одна особь имела высокую устойчивость к сетчатой пятнистости листьев (81–97 %), другая обладала высокой восприимчивостью к болезни (37–15 %). Такой интервал устойчивости помог дать объективную оценку гибридным растениям по резистентности к патогену. Результаты гибридизации представлены в таблице 2.

В целом по гибридным комбинациям было сформировано от 49 до 116 зерен, что достаточно для проведения генетического и гибридологического анализа (табл. 3).

Все гибридные комбинации и родительские формы были в процессе вегетации оценены на устойчивость к сетчатой пятнистости листьев. По результатам оценок средних значений устойчивости каждого гибрида и их родительских особей были определены коэффициенты фенотипической доминантности по А. Густафсону и Д. Дормингу (1972) (табл. 4).

Таблица 1. Схема скрещиваний сортов озимого ячменя

Пара скрещиваний	Устойчивость, %		Пара скрещиваний	Устойчивость, %	
	♀	♂		♀	♂
Спринтер × Дали	95	37	Рандеву × Жигули	85	27
Павел × Романс	97	35	Жигули × Рандеву	27	85
Иосиф × Мастер	92	15	Ерема × Лазарь	81	35

Таблица 2. Схема скрещиваний

Гибридная комбинация	Количество			% завязывания
	кастрированных колосьев, шт.	цветков кастрировано, шт.	получено гибридных зерен, шт.	
Спринтер × Дали	17	204	116	56,8
Павел × Романс	15	180	76	42,4
Иосиф × Мастер	18	198	74	37,5
Рандеву × Жигули	16	224	110	49,1
Жигули × Рандеву	19	228	80	35,2
Ерема × Лазарь	15	165	49	29,7

Таблица 3. Характеристика всходов гибридных комбинаций озимого ячменя (2016–2017 гг.)

Гибридная комбинация	Количество		Полевая всхожесть, %	Количество перезимовавших растений	
	посеянных семян, шт.	взошедших растений, шт.		шт.	%
Спринтер × Дали	116	105	90,5	97	92,4
Павел × Романс	76	71	93,4	61	85,9
Иосиф × Мастер	74	67	90,5	60	89,5
Рандеву × Жигули	110	99	90,0	87	87,8
Жигули × Рандеву	80	70	87,5	61	87,1
Ерема × Лазарь	49	45	91,8	42	93,3

Таблица 4. Характеристика гибридов F<sub>1</sub> по коэффициентам фенотипической доминантности признака устойчивости растений озимого ячменя к *P. teres*

Гибриды и их родительские формы	Символ гибрида и родительской формы	Фенотипическое значение признака, %	Коэффициент доминантности
Спринтер	♀	83	1,15
Спринтер × Дали	F <sub>1</sub>	87	
Дали	♂	31	
Павел	♀	84	1,03
Павел × Романс	F <sub>1</sub>	85	
Романс	♂	27	
Иосиф	♀	83	1,17
Иосиф × Мастер	F <sub>1</sub>	88	
Мастер	♂	23	
Рандеву	♀	75	1,30
Рандеву × Жигули	F <sub>1</sub>	84	
Жигули	♂	24	
Жигули	♀	24	1,27
Жигули × Рандеву	F <sub>1</sub>	83	
Рандеву	♂	76	
Ерема	♀	80	1,35
Ерема × Лазарь	F <sub>1</sub>	89	
Лазарь	♂	28	

Из таблицы 4 видно, что все гибриды проявляют эффект сверхдоминирования. Коэффициенты доминантности варьируют от 1,03 до 1,35, т.е. гибриды озимого ячменя обладают высокой устойчивостью к *P. teres*. Реципрокные гибридные комбинации Рандеву × Жигули и Жигули × Рандеву к возбудителю сетчатой пятнистости листьев проявили доминантный эффект, у них отсутствует цитоплазматическое наследование, и устойчивость к болезни контролируется в основном доминантными ядерными генами.

Для установления количества генов, контролирующей устойчивость у изучаемых гибридных комбинаций к *P. teres*, мы провели гибридологический анализ растений  $F_2$ .

Результаты анализа растений гибридных комбинаций Спринтер × Дали по данной модели оказались не достоверными (табл. 5), что свидетельствует о контролируемости изучаемого признака другими факторами, а не по моногенной схеме.

Значение  $\chi^2$  показывает на недостоверность гипотезы о моногенном типе наследования. Для других гибридов  $F_2$  была взята дигенная модель наследования устойчивости растений к сетчатой пятнистости листьев. Анализ гибридной комбинации Ерема × Лазарь выявил высокую устойчивость к болезни (табл. 6).

В этой гибридной комбинации из 832 растений 475 или 57,1 % оказались устойчивыми к патогену и поражались всего до 30 %, что свидетельствует о

**Таблица 5. Гибридологический анализ растений озимого ячменя  $F_2$  Спринтер × Дали по устойчивости к сетчатой пятнистости листьев**

Частота встречаемости	Частота встречаемости растений в классе, шт.	Факт.	Теорет.	$\Phi - T$	$(\Phi - T)^2$	$\frac{(\Phi - T)^2}{T}$	$\chi^2$ 1:2:1	Вероятность
1	Устойчивые	195	163	32	1024	6,28	6,28	0,05–0,01
2	Средне устойчивые	299	326	27	729	2,24	2,24	0,25–0,10
1	Восприимчивые	158	163	5	25	0,15	0,15	0,75–0,50
Всего растений		652	652				8,67	0,05–0,01

**Таблица 6. Гибридологический анализ растений гибридной комбинации  $F_2$  Ерема × Лазарь озимого ячменя по устойчивости к сетчатой пятнистости листьев**

Частота встречаемости	Частота встречаемости в классе, шт.	Факт.	Теорет.	$\Phi - T$	$(\Phi - T)^2$	$\frac{(\Phi - T)^2}{T}$	$\chi^2$ 9:3:3:1	Вероятность
9	Устойчивость	475	468	5	25	0,01	0,01	0,99–0,95
3	Частично восприимчивые	148	156	8	64	0,05	0,5	0,99–0,95
3	Средняя устойчивость	163	156	7	49	0,31	0,31	0,95–0,90
1	Слабая устойчивость	59	52	7	49	0,94	0,94	0,95–0,75
Всего		832	832				1,31	0,75–0,50

**Таблица 7. Гибридологический анализ растений гибрида  $F_2$  Павел × Романс озимого ячменя по устойчивости к сетчатой пятнистости листьев**

Частота встречаемости	Частота встречаемости в классе, шт.	Факт.	Теорет.	$\Phi - T$	$(\Phi - T)^2$	$\frac{(\Phi - T)^2}{T}$	$\chi^2$ 9:3:3:1	Вероятность
9	Устойчивость	665	657	8	64	0,09	0,09	0,99–0,95
3	Частично восприимчивые	227	219	8	64	0,29	0,29	0,99–0,95
3	Средняя устойчивость	215	219	4	16	0,07	0,07	0,99–0,95
1	Слабая устойчивость	61	73	12	144	0,97	0,97	0,75–0,50
Всего		1168	1168				2,42	0,50–0,025

дигенной модели наследования. У растений F<sub>2</sub> Павел × Романс из выборки 1168 растений 665 особей или 56,9 % оказалось устойчивыми (табл. 7).

Приведенные результаты по двум гибридным комбинациям обладают вероятностью нулевой гипотезы от 25 до 50 %. Гибринологический анализ растений гибридной комбинации F<sub>2</sub> Иосиф × Мастер показал высокую вероятность гипотезы о дигенном наследовании устойчивости, здесь из выборки 1104 растений, со степенью поражения до 30 % сформировано 627 особей или 57,8 % (табл. 8).

Устойчивые растения мы рекомендуем отбирать для создания исходного материала при селекции

резистентных сортов озимого ячменя к сетчатой пятнистости листьев.

Мы провели гибринологический анализ растений реципрокных гибридных комбинаций F<sub>2</sub> Жигули × Рандеву и Рандеву × Жигули. Закономерность наследования устойчивости к *P. teres* в этих гибридах близка (табл. 9).

В гибридной комбинации Рандеву × Жигули устойчивых растений было сформировано 501, что составляет 54,9 %, а в реципрокном скрещивании резистентных форм оказалось 563 или 56,7 %. Такого количества устойчивых растений с величиной резистентности от 70 до 100 % вполне достаточно,

**Таблица 8. Гибринологический анализ растений гибридной комбинации F<sub>2</sub> Иосиф × Мастер озимого ячменя по устойчивости к сетчатой пятнистости листьев**

Частота встречаемости	Частота встречаемости в классе, шт.	Факт.	Теорет.	Ф – Т	(Ф – Т) <sup>2</sup>	$\frac{(Ф-Т)^2}{Т}$	Х <sup>2</sup> 9:3:3:1	Вероятность
9	Устойчивость	627	621	6	36	0,05	0,05	0,95–0,75
3	Частично восприимчивые	202	207	5	25	0,12	0,12	0,95–0,75
3	Средняя устойчивость	217	207	10	100	0,48	0,48	0,95–0,75
1	Слабая устойчивость	58	69	11	121	1,75	1,75	0,75–0,50
Всего		1104	1104				2,40	0,50–0,025

**Таблица 9. Гибринологический анализ растений F<sub>2</sub> Рандеву × Жигули озимого ячменя по устойчивости к сетчатой пятнистости листьев**

Частота встречаемости	Частота встречаемости в классе, шт.	Факт.	Теорет.	Ф – Т	(Ф – Т) <sup>2</sup>	$\frac{(Ф-Т)^2}{Т}$	Х <sup>2</sup> 9:3:3:1	Вероятность
9	Устойчивость	501	513	12	144	0,84	0,84	0,95–0,75
3	Частично восприимчивые	173	171	2	4	0,02	0,02	0,99–0,95
3	Средняя устойчивость	186	171	15	225	1,31	1,31	0,75–0,50
1	Слабая устойчивость	52	57	5	25	0,44	0,44	0,95–0,75
Всего		912	912			2,61	2,61	0,50–0,25

**Таблица 10. Гибринологический анализ гибрида F<sub>2</sub> Жигули × Рандеву озимого ячменя по устойчивости к сетчатой пятнистости листьев**

Частота встречаемости	Частота встречаемости в классе, шт.	Факт.	Теорет.	Ф – Т	(Ф – Т) <sup>2</sup>	$\frac{(Ф-Т)^2}{Т}$	Х <sup>2</sup> 9:3:3:1	Вероятность
9	Устойчивость	563	558	5	25	0,04	0,04	0,99–0,95
3	Частично восприимчивые	180	186	6	36	0,19	0,19	0,99–0,95
3	Средняя устойчивость	180	186	6	36	0,19	0,19	0,99–0,95
1	Слабая устойчивость	69	62	7	49	0,79	0,7	0,95–0,75
Всего		992	992			1,02	1,02	0,50–0,25



чтобы формировать гомозиготные линии для исходного материала (табл. 10).

Итоговые значения гибридологического анализа шести гибридных комбинаций представлены в таблице 11. Растения были разделены на 2 класса:

1) Устойчивые — сохранность листовой пластинки до 70–100 %;

2) Восприимчивые — сохранность листовой пластинки менее 70 %.

Растения первого класса оставили для биометрического анализа. В этой выборке оказалось от 180 до 250 гибридных растений  $F_2$ . Провели биометрический анализ по количественным признакам, характеризующим элементы продуктивности. Растения второго класса выбракованы.

Для анализа с целью отбора растений резистентных к болезни мы взяли класс особей с преимуществом доминантных генов. В каждой гибридной комбинации было от 175 до 238 растений. Все формы этого класса обладают резистентностью к патогену от 70 до 100 %. При гибридологическом анализе в каждой комбинации их было 9 частей с преимуществом доминантных генов. Мы составили карту примерные генотипы (генные формулы) каждого гибридного растения. Для этого воспользовались решеткой Пеннета, где R-доминантный и r-рецессивный (восприимчивый) генотип. После ги-

бридологического анализа растений  $F_2$  нами было установлено, что устойчивость гибридных растений к возбудителю болезни контролируется двумя доминантными генами  $R_1$  и  $R_2$ .

В любой гибридной комбинации  $F_2$  они расщепляются по дигенной схеме: 9:3:3:1; 15:1; 9:7; 13:3. После выборки растений  $F_2$  с преимуществом доминирования был произведен биометрический анализ и отбор лучших растений по резистентности и продуктивности.

После биометрического анализа провели браковку по признаку массы зерна с колоса по программе «стат. обработка», для этого определили среднее значение и среднее квадратическое отклонение. Результаты отбора резистентных и продуктивных растений в популяции  $F_2$  с преимуществом доминантных генов представлены в таблице 12.

Общее количество отобранных ценных генотипов для селекционных целей составляет 36 штук, что соответствует 2,9 % эффективности отбора.

В дальнейшем эти растения будут использованы в селекционном процессе при создании новых резистентных сортов ячменя к *P. teres* с повышенной продуктивностью.

Для отбора лучших растений по резистентности к болезни и продуктивности был определен критерий отбора для всей выборки из 36 особей. Сред-

**Таблица 11. Соотношение растений гибридных комбинаций  $F_2$  озимого ячменя с доминантными и рецессивными генами по устойчивости к *P. teres***

Гибриды	Количество растений с		
	преимуществом доминантных генов, шт.	преимуществом рецессивных генов, шт.	Всего в анализе, шт.
Спринтер × Дали	238	178	416
Павел × Романс	224	165	389
Иосиф × Мастер	201	156	357
Рандеву × Жигули	175	137	312
Жигули × Рандеву	212	128	340
Ерема × Лазарь	196	160	356

**Таблица 12. Результаты отбора резистентных к сетчатой пятнистости листьев и продуктивных растений озимого ячменя для селекционных целей**

Гибрид $F_2$	Количество растений с преимуществом доминантных генов, шт.	Количество отобранных растений, шт.	Эффективность отбора, %
Спринтер × Дали	238	10	4,2
Павел × Романс	224	9	4,1
Иосиф × Мастер	201	5	2,5
Рандеву × Жигули	175	3	1,7
Жигули × Рандеву	212	4	1,9
Ерема × Лазарь	196	5	2,5
Итого	1216	36	2,9

**Таблица 13. Результаты биометрического анализа лучших линий озимого ячменя, устойчивых к *P. teres* и с повышенной продуктивностью**

Гибридная комбинация F <sub>2</sub>	Линия	Устойчивость растений к болезни, %	Высота растений, см	Длина колоса, см	Число продуктивных стеблей на растении, шт.	Количество зерен в колосе, шт.	Масса зерен с колоса, г.	Масса зерен с растений, г	Масса 1000 зерен, г
Кондрат – st		69	119	5,8	2	81	2,50	5,00	30,9
Спринтер × Дали	A08	92	120	4,9	3	70	3,24	9,7	46,3
	A13	87	118	5,1	2	68	2,97	5,94	43,7
Павел × Романс	A15	81	121	5,3	2	73	3,47	6,94	47,6
	A17	94	119	5,1	3	75	3,52	10,56	47,0
Иосиф × Мастер	A19	83	123	5,7	3	65	2,87	8,61	44,2
Рандеву × Жигули	A21	85	120	5,4	2	69	3,25	6,50	47,1
	A25	88	118	5,6	3	71	3,02	9,06	42,6
Жигули × Рандеву	A31	89	117	5,7	3	73	3,29	9,87	45,1
	A32	91	116	5,8	2	69	3,20	6,40	46,4
Ерема × Лазарь	A35	70	121	5,9	3	71	3,36	10,08	47,3

нее значение всех отобранных 36 растений по массе зерна с колоса составило  $2,17 \pm 0,14$  г, сигма определена 0,09. Две сигмы – 0,18. Критерий отбора составляет  $2,17 \pm 0,18 = 2,35$  г. Все растения из отобранных гибридных комбинаций сравнивали со значением критерия отбора. Растения, которые по массе зерна с колоса превышали 2,35 г. отбирали как наиболее продуктивные (табл. 13).

Анализ таблицы 13 показывает, что по устойчивости к *P. teres* отобранные линии из гибридных популяций значительно превосходят стандарт сорт Кондрат по значениям признаков, характеризующих элементы продуктивности растений. Мы рекомендуем эти линии использовать в качестве исходного материала при селекции на устойчивость к сетчатой пятнистости листьев в условиях Краснодарского края.

### Выводы

Таким образом, на основе генетического анализа родительских особей и гибридов F<sub>1</sub> установлено, что устойчивость к сетчатой пятнистости листьев озимого ячменя в изученных комбинациях проявила доминантный эффект. Коэффициенты доминантности растений F<sub>1</sub> варьировали от 1,03 до 1,35, что указывает на эффект сверхдоминирования резистентности к *P. teres*.

Гибридологический анализ растений в F<sub>2</sub> выявил дигенное наследование признака устойчивости. Статистические значения гибридов F<sub>2</sub> позволили отобрать 36 высоко продуктивных линий озимого ячменя с устойчивостью к *P. teres*. Эффективность отбора из выборки 1246 растений составила 2,9 %. Для селекции на иммунитет линии A08, A13, A15, A17, A19 имеют большую селекционную ценность.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Бабаянц, Л. Методы селекции и оценки устойчивости пшеницы и ячменя к болезням в странах членах СЭВ [Текст] / Л. Бабаянц, А. Мештерхази, Ф. Вехтер, Н. Неклеса и др. — Прага, 1988. — С. 270–277.
2. Гешеле, Э. Э. Отношение ячменей к паразитному грибу *Helminthosporium teres* / Э.Э. Гешеле // Тр. по приклад. бот., ген. и селек. — 1928. — Т. 19. Вып.1. — С. 371–384.
3. Дзюба, В. А. К методике проведения гибридологического анализа гибридов зерновых культур / В. А. Дзюба, Л. В. Есаулова, И. Н. Чухирь, Е. Н. Лапина // Зерновое хозяйство России. — № 3(21). — 2012 — С. 8–13.
4. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). — 5-е изд., доп. и перераб. — М.: Агропромиздат, 1985. — С. 214–215.
5. Кузнецова, Т. Е. Селекция ячменя на устойчивость к болезням в условиях Северного Кавказа [Текст]: автореферат дис.... доктора с.-х. наук: 06.01.05. Краснодар, 2006. — 52 с.
6. Репко, Н. В. Селекция озимого ячменя на высокую продуктивность и зимостойкость в условиях Северного Кавказа: дис.... д-р с.-х. наук: 06.01.05 / Н. В. Репко. — Краснодар, 2015. — 318 с.

7. Репко, Н. В. Статистические исследования мирового производства зерна ячменя / Н. В. Репко, К. В. Подоляк, Е. В. Смирнова, Ю. В. Острожная // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. — Краснодар: КубГАУ. — 2015. — № 106.

8. Филиппов, Е. Г. Селекция озимого ячменя на адаптивность к условиям внешней среды в Ростовской области / Е. Г. Филиппов, Л. П. Приходькова, Н. В. Репко // В сборнике: Зерновые и кормовые культуры России сборник научных трудов. Всероссийский научно-исследовательский институт сорго и других зерновых культур. — Зерноград, 2002. — С. 267–269.

**Астапчук Ирина Леонидовна**

Аспирант кафедры генетики, селекции  
и семеноводства  
E-mail: Irina\_astapchuk@mail.ru

**Astapchuk Irina Leonidovna**

Post-graduate student of the Department  
of Genetics, Breeding and Seed Production  
E-mail: Irina\_astapchuk@mail.ru

**Скибина Юлия Сергеевна**

Магистр кафедры генетики, селекции  
и семеноводства

**Skibina Yulia Sergeevna**

Master of the Department of Genetics, Breeding and  
Seed Production

**Лапикова Александра Витальевна**

Бакалавр кафедры генетики, селекции и  
семеноводства

**Lapikova Alexandra Vitalevna**

Bachelor of Department of Genetics, Breeding and  
Seed Production

**Репко Наталья Валентиновна**

Профессор кафедры генетики, селекции и  
семеноводства  
natalja.repko@yandex.ru

**Repko Natalya Valentinovna**

Professor of the Department of Genetics, Breeding  
and Seed Production  
natalja.repko@yandex.ru

Все: ФГБОУ ВО «Кубанский государственный  
аграрный университет имени И. Т. Трубилина»

All: Kuban State Agrarian University named after  
I. T. Trubilin

УДК 633.18: 575.488.42

**Е. В. Дубина**, канд. биол. наук  
**М. Г. Рубан**,  
 г. Краснодар, Россия  
**Ю. В. Анискина**, канд. биол. наук  
 г. Москва, Россия

### **ИЗУЧЕНИЕ БИОРАЗНООБРАЗИЯ *PYRICULARIA ORYZAE* CAV. В РИСОСЕЮЩИХ ЗОНАХ ЮГА РОССИИ НА ОСНОВЕ МЕТОДА ПЦР**

Исследования выполнены при поддержке гранта ФГБУ «РФФИ» «р\_а» № 16-44-230178 «Изучение генетической структуры популяции возбудителя *Pyricularia oryzae* Cav. и научное обоснование иммуногенетической защиты культуры риса» в лабораториях защиты риса и биотехнологии и молекулярной биологии Всероссийского научно-исследовательского института риса, а также при совместном сотрудничестве со Всероссийским научно-исследовательским институтом сельскохозяйственной биотехнологии (г. Москва) и Аграрным научным центром «Донской» (г. Зерноград).

Цель работы — изучить молекулярно-генетическую структуру высоковариабельного грибного фитопатогена *Pyricularia oryzae* Cav., а также определить эффективные гены вирулентности для разработки стратегии иммуногенетической защиты риса от пирикулярриоза в условиях эпифитотийного развития болезни на юге России, сочетающей в себе как экологичность, ресурсо- и энергосбережение, так и высокую эффективность для обеспечения продовольственной безопасности страны.

Такие знания представляют особый интерес, поскольку позволяют прогнозировать появление новых рас и патотипов *Pyricularia oryzae* Cav., а также определять гены (а)вирулентности в рисосеющих регионах России. Последнее является необходимой теоретической базой для создания генетических источников с длительной устойчивостью к пирикулярриозу

На основе молекулярно-генетических подходов проведено изучение генетической структуры и биоразнообразия фитопатогенного гриба *Pyricularia oryzae* Cav. на юге России. Проведен мониторинг и выделено 62 штамма патогена из поражённого гербарного материала, собранного с полей из восьми экологических рисосеющих зон Краснодарского края (Красноармейского, Калининского, Крымского, Абинского, Темрюкского, Северского, Славянского районов, Краснодар), а также Ростовской области (Пролетарский район) и Республики Адыгея.

Разработана мультиплексная ПЦР на основе фрагментного анализа для идентификации выделенных изолятов. С её использованием среди изученных штаммов *Pyricularia oryzae* Cav. выявлено 33 генотипа, каждый из которых характеризуется уникальным генетическим профилем. Составлены их ДНК-паспорта. Изученные изоляты возбудителя пирикулярриоза охарактеризованы по морфолого-культуральным признакам.

**Ключевые слова:** рис, пирикулярриоз, изоляты, ПЦР, микросателлитные маркеры, ДНК-паспорта.

### **STUDY OF BIODIVERSITY *PYRICULARIA ORYZAE* CAV. IN THE RICE-GROWING AREAS SOUTH OF RUSSIA ON THE BASIS OF METHODS PCR**

Research was conducted with support of grant RFFFR № 16-44-230178 «Study of genetic structure of population of *Pyricularia oryzae* Cav. agent and scientific ground of immune and genetic protection of rice crop».

The aim of the study was to study the molecular genetic structure of the highly variegated fungal phytopathogen *Pyricularia oryzae* Cav., and to determine the effective virulence genes for the development of a strategy for immunogenetic protection of rice from blast in conditions of epiphytotic development of the disease in southern Russia, combining both environmental friendliness, resource and energy conservation and high efficiency for ensuring the country's food security.

Such knowledge is of particular interest, since it allows to predict the appearance of new races and pathogens of *Pyricularia oryzae* Cav., and also to determine genes of (a)virulence in rice-growing regions of Russia. The latter is an indispensable theoretical basis for the development of genetic sources with long-lasting resistance to blast.

Based on molecular genetic approaches, a study of the genetic structure and biodiversity of the phytopathogenic fungus *Pyricularia oryzae* Cav. in the south of Russia was conducted. 62 strains of pathogen were monitored and selected from the damaged herbarium material collected from the fields of eight ecological rice-growing zones of the Krasnodar Region (Krasnoarmeysky, Kalininsky, Abinsky, Temryuksky, Seversky, Slavyansky districts) and the Rostov Region (Proletarsky District).

A multiplex PCR was developed on the basis of fragment analysis to identify selected isolates. With its use 33 genotypes were identified among the studied strains of *Pyricularia oryzae* Cav., each of them is characterized by a unique genetic profile. Their DNA-passports have been compiled. The studied isolates of the blast agents were characterized by morphological and cultural traits.

**Key words:** rice, blast, isolates, PCR, micro-satellite markers, DNA-passports.

## Введение

Для успешного выполнения селекционных программ по созданию сортов риса, устойчивых к пирикулярриозу, необходима информация о биоразнообразии и патотипе местной популяции патогена. На основании этих сведений может быть подобран оптимальный подход и выбран наиболее эффективный метод по созданию резистентных генетических ресурсов к заболеванию.

## Цель исследований

Изучить генетическую структуру и биоразнообразие высоковариабельного грибного фитопатогена *P. oryzae* с применением методов молекулярного маркирования, а также идентификация эффективных генов резистентности к пирикулярриозу на юге России.

## Материалы и методы

Основным условием исследования любой патосистемы является возможность выделения чистой культуры патогена, которая основывается на методах получения изолятов и моноизолятов.

Для молекулярно-генетических исследований культуру гриба выделяли из поражённых тканей риса (узлов стебля, листьев, частей метёлки), собранных с рисовых полей, в соответствии с методическими указаниями, разработанными во ВНИИ фитопатологии [5].

Образцы поражённой ткани промывали дисцилированной водой и размещали на стерильную морковно-сахарную агаровую среду в чашки Петри, которую затем устанавливали во влажную (100 %) камеру при температуре  $27 \pm 1$  °C, оптимальной для образования конидий гриба *Pyricularia oryzae* Cav.

Полученную чистую культуру культивировали в термостате до распределения колонии гриба по всей поверхности агаровой среды и затем проводили описание выделенных изолятов по морфолого-культуральным признакам. Выделенные изоляты *Pyricularia oryzae* Cav. по результатам распределяли в группы по морфологическим.

ДНК гриба *Pyricularia oryzae* Cav. выделяли из смеси мицелия моноконидиальной культуры *Pyricularia oryzae* Cav. методом СТАВ [10]. Метод заключается в использовании гексадецилтриметиламмония бромид в качестве детергента в лизирующем буфере.

Для идентификации изолятов возбудителя пирикулярриоза было синтезировано 30 пар праймеров со специфическими флуоресцентными красителями (табл. 1; «Синтол», Россия) [6]. Использованные в работе SSR, равномерно распределены по всем семи хромосомам *Pyricularia oryzae* Cav. [7–9].

Их нуклеотидная последовательность взята из базы данных генетических ресурсов NCBI, доступной на web-странице <http://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi>. (табл.1).

Данные маркеры высоко полиморфны (73 % локуса), что позволяет использовать их для геномно-

го картирования, популяционного изучения и ДНК «паспортизации» возбудителя пирикулярриоза риса во всех рисосеющих странах мира [7].

ПЦР проводили в объеме 25 мкл, содержащем 1-х ПЦР-буфер, 1,25 ед. Taq ДНК-полимеразы, 100 мкмоль dNTP (ООО НПО ДНК-Технология, Россия), по 10 пкмоль каждого праймера, и по 5 мкл раствора ДНК. Амплификацию проводили в детектирующем термоциклере (CFX-BioRad, США) по программе: 95 °C — 10 мин, (94 °C — 30 с, 55 °C — 30 с, 72 °C — 30 с) 30 циклов. Фрагментный анализ проводился на автоматическом генетическом анализаторе «НАНОФОР-05» (Институт аналитического приборостроения РАН, Россия) при поддержке центра коллективного пользования «Биотехнология» ВНИИСБ.

Ранжирование выделенных изолятов патогена в группы по признаку генетического родства и расчет корреляционных связей между генотипами популяции *Pyricularia oryzae* Cav. проводили на основе фитопатологического теста и его молекулярного (микросателлитного) «фингер-принта».

## Результаты и обсуждение

Проведен мониторинг и обследовано 25 рисосеющих хозяйств в восьми экологических зонах Краснодарского края (Красноармейского, Калининского, Крымского, Абинского, Темрюкского, Северского, Славянского районов, Краснодар), а также Ростовской области (Пролетарский район) и Республики Адыгея (Тахтамукайский район). Собран гербарный материал с признаками поражения болезнью на этих территориях. Из поражённых листьев, узлов стебля, метелок растений риса выделено 62 штамма *Pyricularia oryzae* Cav. с различной спорулирующей способностью. Они описаны по морфолого-культуральным признакам и разделены на группы (морфотипы). Всего выделено 33 морфотипа (рис. 1).

На рисунке 1 представлены фотографии некоторых морфотипов *Pyricularia oryzae* Cav., выделенных из гербарного материала в 2016–2018 гг.

Для генетической классификации штаммов *P. oryzae* использовался полиморфизм SSR-маркеров [1, 2].

Анализ ДНК 62 штаммов патогена *P. oryzae* проведен методом фрагментного анализа на основе разработанной совместно с ВНИИ сельскохозяйственной биотехнологии (г. Москва) мультипраймерной системы, состоящей из шести SSR-локусов со специфическими праймерами, один из которых мечен определенным флуоресцентным красителем (FAM, R6G или ROX), что позволяет анализировать ПЦР-фрагменты отдельно по соответствующему каналу детекции (табл. 2) [3].

На основе разработанной мультипраймерной системы по результатам ДНК-анализа для каждого штамма были получены индивидуальные генетические профили и выявлено 33 генотипа. В качестве примера на рисунке 2 приведены генетические профили некоторых штаммов *P. oryzae* (рис. 2).



**Таблица 1. Микросателлитные маркеры, использованные для изучения биоразнообразия возбудителя пирикулярриоза *Pyricularia oryzae* Cav.**

Праймер	Последовательность праймеров	Микросателлитный мотив	Температура отжига, °C
Pyrms 7–8	F (NED): gcaataacataggaacg	(CT)n	53
	R: agaaagagacaaaactgg		
Pyrms 15–16	F (NED): ttctccatttctctcgtctc	(CT)n	53
	R: cgattgtgggtatgtgatag		
Pyrms 37–38	F (NED): accctaccccactcattc	(CA)n	53
	R: aaggatcagccaatgccaagt	(CT)n	
Pyrms 39–40	F (NED): cgcatacaggaagccaaga	(CA)n	53
	R: ctgacgaggactcctgtgt		
Pyrms 43–44	F (FAM): tcagtaggcttgaattgaaaa	(TA)n	55
	R: ctgattggtggtggtgttg		
Pyrms 45–46	F (FAM): ccactttatagcccaccagt	(TA)n	55
	R: ctctttctcgcaggaggtg		
Pyrms 47–48	F (HEX): tcacattgcttctggagt	(TA)n	55
	R: agacagggtgacggctaaa		
Pyrms 59–60	F (NED): ttctcagtaggcttgaattga	(TA)n	55
	R: ctgattggtggtggtgttg		
Pyrms 61–62	F (NED): gaggcaacttggcatctacc	(GA)n	55
	R: tggattacagaggcgttcg		
Pyrms 63–64	F (NED): ttgggatcttcggaagacg	(CT)n	55
	R: gccgacaagacactgaatga		
Pyrms 67–68	F(NED): agcaagcaggagatgcagac	(CA)n	55
	R: gttggctggcaagacagt		
Pyrms 77–78	F (HEX): gaagtattgcacacaaacac	(CA)n	55
	R: gcttcggcaagcctaac		
Pyrms 81–82	F(FAM): cctgttttccccctgtgta	(ACT)n	55
	R: tagccaaatgccattatcc		
Pyrms 83–84	F(FAM): gtctgcctcgactcctcac	(TCA)n	55
	R: agcccaaaaacagaaagcaa		
Pyrms 87–88	F(FAM): agactgttactcgggtcttga	(TGC)n	53
	R: ccagatgtcactcccctgta		
Pyrms 93–94	F(NED): cctcgactcctcaccacaaa	(ATC)n	55
	R: cggagagctcaggaagagg		
Pyrms 99–100	F(NED): caccactttatggcgagt	(ACC)n	53
	R: acctaggtaggatacatgtgtt		
Pyrms 101–102	F(FAM): ctgcttcaacatgcctcta	(AC)n	53
	R: ctgcatctgcggtatgagca		
Pyrms 107–108	F(FAM): gcagcaagcagcaatcag	(GA)n	53
	R: gtggatatcgaaggccaagg		
Pyrms 115–116	F(NED): ttcggtcacctttggctct	(GA)n	55
	R: ttgtaagtgtgagcggactg		
Pyrms 125–126	F(NED): ctctccggccaagattga	(CAA)n	55
	R: ggttgttgggagaaagaacg		
Pyrms 233–234	F(FAM): tgagatggaccgcatgatta	CAG/CTC10	55
	R: ttgatggcagagacatgtgac		
Pyrms 319–320	F(NED): taagaccactggcggaatct	CAA/GTT6	55
	R: ggctttgtctggtgtacgg		
Pyrms 409–410	F(FAM): tcccagtactgcccactc	TA/AT23	55
	R: atctcatatccgtcggctgt		
Pyrms 427–428	F(HEX): ctgtcaccacaaccaagacg	AT/TA 16	55
	R: ttgccctgattgtcagtca		
Pyrms 453–454	F(NED): gaccctcagaaatgatgga	GAA/CTT6	55
	R: gtcaaagagctccccatctg		

Праймер	Последовательность праймеров	Микросателлитный мотив	Температура отжига, °C
Pyrms 505–506	F(HEX): cctgtcgtagcacctttggt	GAAA/CTTT5	55
	R: ttgttcctcgtcccattgtt		
Pyrms 533–534	F(HEX): ctatcggagggtgcagaac	TCTAGT/AGATCA3	55
	R: cacggcactactgcatacgtg		
Pyrms 607–608	F(FAM): cccaagctccataataggctac	GCA/CGT13	55
	R: tccgagactccttgatagcac		
Pyrms 657–658	F(HEX): atcagtcgaaccsacaaaagc	CA/GT12	55
	R: atgtgtggacgaaccagctcc		

Примечание: F — прямой праймер (5'-нуклеотидная последовательность), R — обратный праймер (3'-нуклеотидная последовательность), n — количество повторов микросателлитного мотива.

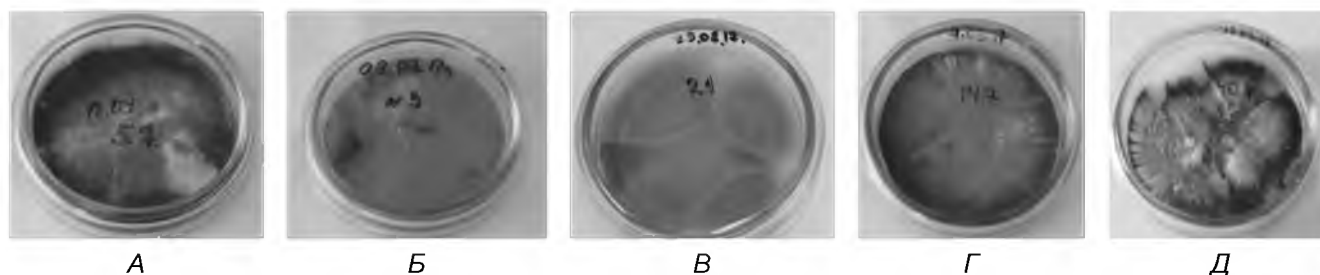


Рисунок 1. Штаммы возбудителя пирикулярриоза *Pyricularia oryzae* Cav.

Примечание: А — штамм *Pyricularia oryzae* Cav. № 5–17, имеющий низкий порошистый, концентрический характер роста колонии серого цвета; Б — штамм № 3–17, имеющий низкий войлочный (слегка пушистый) характер роста колонии от светло-серого до серого и серо-оливкового цвета; В — штамм № 21–17, имеющий низкий плотный (слегка пушистый) характер роста колонии от светло-серого до серого цвета; Г — штамм № 14–7, имеющий клочковатую, войлочную и низко порошистую структуру от светло-серого до темно-серого и оливкового цвета; Д — штамм № 40–17, штамм, имеющий высокий рыхлый клочковатый «лучистый» характер роста колонии от белого до коричнево-оливкового цвета.

Таблица 2. Мультипраймерная ПЦР-система для генетического анализа штаммов *P. oryzae* из разных экологических зон рисосеяния Краснодарского края, Ростовской области и Республики Адыгея

№ п/п	Праймеры	Обозначение	Флюоресцентный краситель	Генотип 1 Фрагмент ДНК, п.н.	Генотип 2 Фрагмент ДНК, п.н.	Генотип 3 Фрагмент ДНК, п.н.	Генотип 4 Фрагмент ДНК, п.н.
1	Pyrms 07–08	<b>A</b>	<b>R6G</b>	130	138	130	124
2	Pyrms 47–48	<b>B</b>	<b>ROX</b>	176	174	176	172
3	Pyrms 83–83	<b>C</b>	<b>FAM</b>	179	182	179	187
4	Pyrms 43–44	<b>D</b>	<b>FAM</b>	222	205	222	212
5	Pyrms 99–100	<b>E</b>	<b>R6G</b>	<b>220</b>	<b>214</b>	223	200
6	Pyrms 427–428	<b>F</b>	<b>ROX</b>	224	222	224	208

Примечание: Светло-серым цветом — показан флюоресцентный краситель **FAM**; серым — флюоресцентный краситель **R6G**; темно-серым — флюоресцентный краситель **ROX**; **A, B, C, D, E, F** — обозначение локусов; цифровое выражение — длина фрагмента, выявленного в каждом локусе.

На оцифрованных генетических профилях штаммов *Pyricularia oryzae* Cav., полученных с использованием разработанной мультипраймерной системы, каждый пик представляет собой ПЦР-фрагмент определенной длины. Цвет пика соответствует каналу детекции и определяет принадлежность фрагмента к тому или иному локусу (табл. 3).

Ввиду того, что рисосеющие зоны юга России, где был собран гербарный материал с признаками поражения болезнью, расположены в разных почвенно-климатических условиях, нами на основании комплекса исследования полиморфизма микросателлитных локусов, а также комплекса данных о размере аллелей, была проведена оценка степени генетического сходства выделенных штаммов. Для этой цели использовали кластерный анализ, а именно метод «Одиночных связей» (single linkage) с использованием программы STATISTICA 10,0, который выделяет группы — кластеры, по принципу минимума внутрикластерной дисперсии [4].

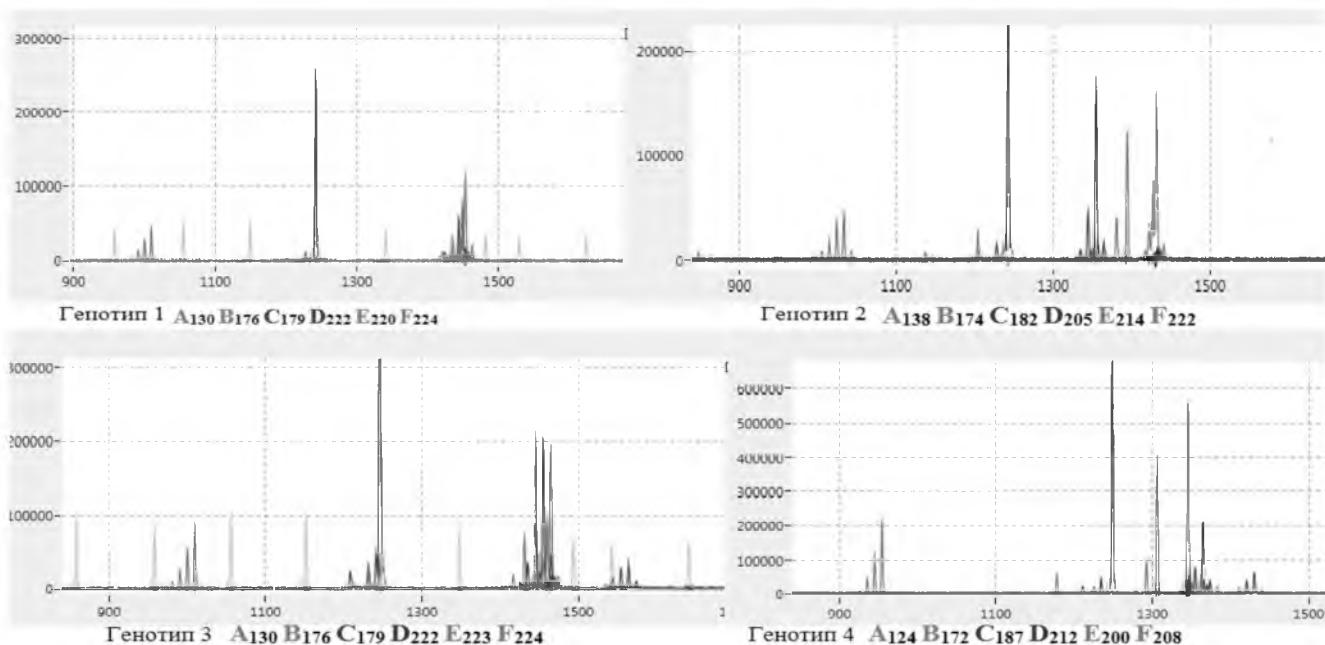
Результаты кластеризации представлены на рисунке 3.

При разрезания иерархического кластерного дендрита по величине 60 условных единиц среди изученных штаммов патогена выделено 4 кластера. К первому кластеру отнесены штаммы из Крымского, Абинского и Калининского районов, имеющие низкий войлочный и слегка порошистый характер роста колонии. В состав второго кластера вошли штаммы из Темрюкского района Краснодарского края и Пролетарского района Ростовской области. Третий кластер представлен некоторыми штаммами из Красноармейского района. Четвертый кластер включает штаммы из Крымского, Калининского, Красноармейского и Абинского районов, имеющие неоднородный, клочковатый, низкий плотный и порошистый характер роста колонии.

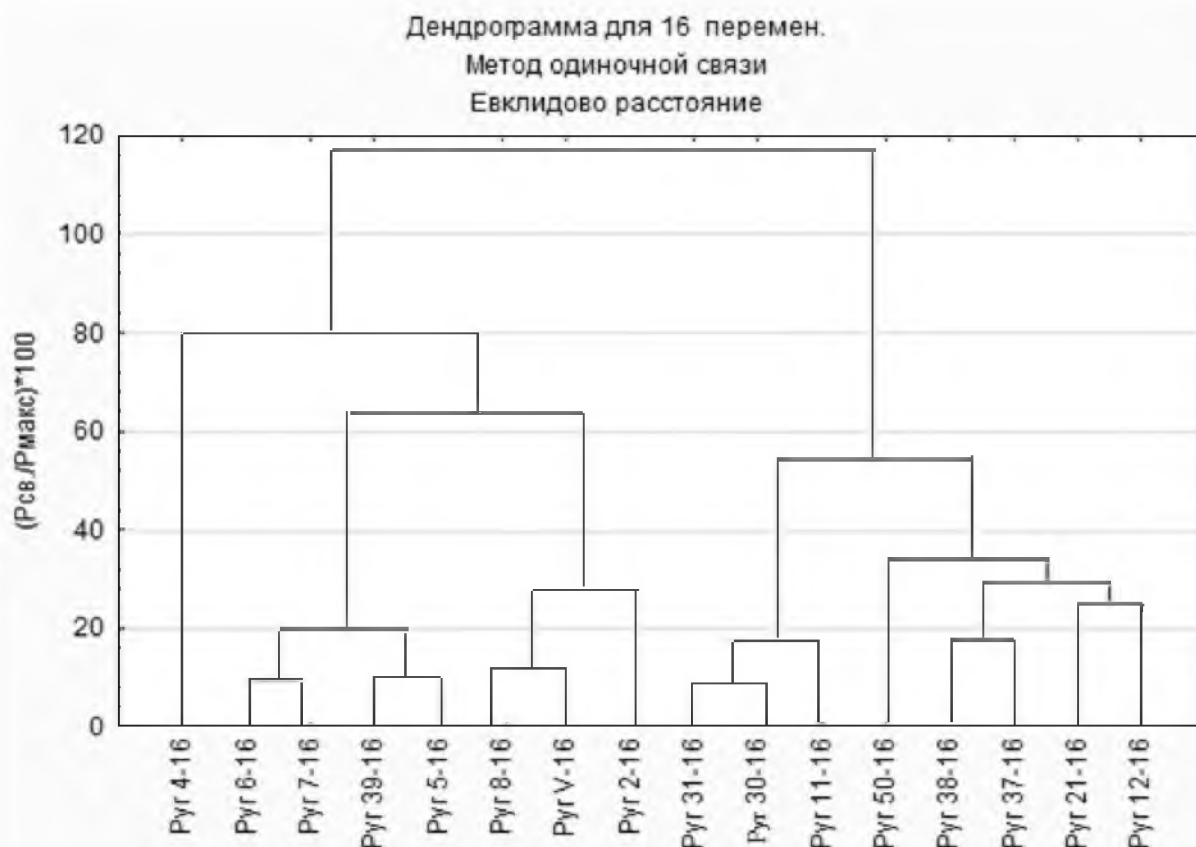
Полученные и изученные за период 2016–2018 гг. штаммы *Pyricularia oryzae* Cav. при описании по морфолого-культуральным признакам разделены на 33 морфотипа и по результатам ДНК-анализа выявлено 33 генотипа патогена. Эти данные были систематизированы при помощи программного комплекса Microsoft Office Excel 2007 и составлена база

**Таблица 3. Генетические профили некоторых штаммов *Pyricularia oryzae* Cav., полученных на основе фрагментного анализа**

Генотип	Формула	Название штамма
1	A <sub>130</sub> B <sub>176</sub> C <sub>179</sub> D <sub>222</sub> E <sub>220</sub> F <sub>224</sub>	12, 21, 37, 38, 50, 11, 30, 31
2	A <sub>138</sub> B <sub>174</sub> C <sub>182</sub> D <sub>205</sub> E <sub>214</sub> F <sub>222</sub>	5, 39, 7, 6
3	A <sub>130</sub> B <sub>176</sub> C <sub>179</sub> D <sub>222</sub> E <sub>223</sub> F <sub>224</sub>	2, V, 8



**Рисунок 2. Генетический профиль некоторых изученных в 2016 году изолятов *Pyricularia oryzae* Cav., полученный в результате ДНК-анализа**



**Рисунок 3.** Кластерный анализ штаммов *Pyricularia oryzae Cav.* по данным микросателлитного анализа

данных «Штаммы патогена *Pyricularia oryzae Cav.* юга России». Она состоит из шести взаимосвязанных таблиц, каждая из которых содержит закодированную информацию, отражающуюся в других таблицах в виде числового кода (хозяйствующий субъект, административное расположение места отбора образца; дату отбора; сорт и часть растения, поражённое болезнью; морфологические особенности колонии штамма; его генотип). Это позволяет избежать путаницы в объёмных данных, а также ошибок или повторяющихся значений.

В дальнейшем с её использованием можно будет проводить сравнительную характеристику микросателлитного профиля вновь выделенных полевых штаммов патогена *P.oryzae* с имеющимися в базе данных, оценивая, тем самым, степень их генетического родства.

В настоящее время коллекционные штаммы пересеяны на свежую питательную среду и заложены на хранение в холодильник при температуре +4 °С.

### Выводы

В результате выполнения исследований нами сформирована рабочая коллекция фитопатогенного гриба *P. oryzae*, оформленная в виде Базы данных с целью использования культуры патогена в селекции риса на устойчивость к пирикуляриозу, а также для контроля за изменчивостью гриба.

Исследования выполнены при поддержке гранта ФГБУ «РФФИ» «p\_a» № 16-44-230178 «Изучение генетической структуры популяции возбудителя *Pyricularia oryzae Cav.* и научное обоснование иммуногенетической защиты культуры риса» в лабораториях защиты риса и биотехнологии и молекулярной биологии Всероссийского научно-исследовательского института риса, а также при совместном сотрудничестве с Всероссийским научно-исследовательским институтом сельскохозяйственной биотехнологии (г. Москва).

### ЛИТЕРАТУРА

1. Дубина, Е. В. Изучение биоразнообразия *Pyricularia oryzae Cav.* в рисосеющих зонах юга России на основе методов ПЦР / Е. В. Дубина, П. И. Костылев, М. Г. Рубан, Ю. В. Анискина, И. А. Шилов, Н. С. Велишаева, Л. В. Есаулова // *Зерновое хозяйство России*. — 2017. — № 6(54). — С. 29–35.

2. Дубина, Е. В. Изучение генетической структуры популяции возбудителя *Pyricularia Oryzae Cav.* и научное обоснование иммуногенетической защиты культуры риса / Е. В. Дубина, М. Г. Рубан, Ю. А. Макуха, П. И. Костылев, И. А. Шилов, Ю. А. Анискина, Н. С. Велишаева // В сб.: Биологическая защита растений — основа стабилизации агроэкосистем: материалы Международной научно-практической конференции. — 2018. — С. 91–94.
3. Дубина, Е. В. Изучение биоразнообразия *Pyricularia oryzae Cav.* в рисосеющих зонах юга России на основе метода ПЦР / Е. В. Дубина, М. Г. Рубан, Ю. В. Анискина, И. А. Шилов, Н. С. Велишаева, П. И. Костылев, Ю. А. Макуха, Д. А. Пищенко // Достижения науки и техники АПК. — 2018. — Т. 32. — № 10. — С. 19–23.
4. Коваленко, Е. Д. Методические указания по оценке устойчивости сортов риса к возбудителю перикоуляриоза / Е. Д. Коваленко, Ю. В. Горбунова, А. А. Ковалева и др. — М., 1988. — 30 с.
5. Олдендерфер, М. С. Кластерный анализ. Факторный, дискриминантный и кластерный анализ / М. С. Олдендерфер, Р. К. Блэшфилд; пер. с англ. под ред. И. С. Енюкова. — М.: Финансы и статистика, 1989. — 215 с.
6. Adreit, H. Microsatellite markers for population studies of the rice blast fungus, *Magnaporthe grisea* / H. Adreit, D. Santoso et al. // Journal compilation Molecular Ecology Notes. — 2007. — № 131. — P. 667–670.
7. Ahn, S. N. Molecular mapping of a gene for resistance to a Korean isolate of rice blast / S. N. Ahn, Y. K. Kim, S. S. Han et al. // Rice Genet. News — 1996. — № 13. — P. 74–76.
8. Kaye, C. The development of simple sequence repeat (SSR) markers for *Magnaporthe grisea* and their integration into an established molecular linkage map / C. Kaye, J. Milazzo, S. Rozenfeld et al. // Fungal Genet Biol. — 2003. — № 40(3). — P. 207–214.
9. Li, C. Y. Development of minisatellite markers in phytopathogenic fungus, *Magnaporthe grisea* / C. Y. Li, J. B. Li, L. Liu et al. // Molecular Ecology Notes — 2007. — № 131 — P. 144–152.
10. Murray, M. G., Thompson W. F. Rapid isolation of high molecular weight plant DNA. *Nucleic Acids Research*, 1980, 10: 4321–4325.

**Елена Викторовна Дубина**

Зав. лабораторией информационных,  
цифровых и биотехнологий  
E-mail: lenakrug1@rambler.ru

**Elena V. Dubina**

Head of the laboratory of information,  
digital and biotechnology  
E-mail: lenakrug1@rambler.ru

**Мargarita Георгиевна Рубан**

Научный сотрудник лаборатории  
информационных, цифровых и биотехнологий

**Margarita G. Ryban**

Researcher of the laboratory of  
information, digital and biotechnology

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

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

**Юлия Владимировна Анискина**

Старший научный сотрудник  
лаборатории анализа генома  
ФГБНУ «ВНИИСБ»  
ул. Тимирязевская, 42, Москва,  
127550, Россия

**Yulia V. Aniskina**

Senior Researcher of the laboratory of  
Genome Analysis  
FSBSI «All-Russian Institute of Agricultural  
Biotechnology»  
Timirayzevskay, 42, Moscow, 127550, Russia



УДК 633.18: 575.488.42

Ю. А. Макуха,  
Е. В. Дубина, канд. биол. наук,  
г. Краснодар, Россия

### РАЗРАБОТКА МЕТОДОЛОГИИ ОЦЕНКИ УСТОЙЧИВОСТИ КАПУСТЫ БЕЛОКОЧАННОЙ К *XANTHOMONAS CAMPESTRIS PV. CAMPESTRIS* С ПРИМЕНЕНИЕМ SSR-МАРКЕРОВ

Капуста белокочанная (*Brassica Oleracea L.*) является старейшим модельным генетическим объектом, имеющим огромное практическое значение. Совершенствование уровня научно-методических разработок в селекции капустных культур становится основой получения высокопродуктивных сортов и гетерозисных гибридов, устойчивых к неблагоприятным биотическим и абиотическим факторам окружающей среды. В условиях постоянно меняющейся конъюнктуры рынка селекция должна оперативно реагировать на его запросы, оставаться конкурентоспособной. В настоящее время в нашей стране интенсивно происходит сортосмена, поэтому необходимы методы ускорения селекционного процесса капусты белокочанной. Биотехнологические методы, а именно ДНК-маркирование, предлагают новые решения для получения и сохранения устойчивых генотипов *Brassica Oleracea L.*

В данной работе изучен полиморфизм SSR-локусов по признаку устойчивости капусты белокочанной к сосудистому бактериозу. Данные исследования проводились с целью выявления эффективных и информативных SSR-праймеров для идентификации в генотипах гибридных растений культуры донорных аллелей устойчивости к *Xanthomonas campestris pv. campestris* Dows.

Из 16 апробированных кодоминантных молекулярных SSR-маркеров, взятых из базы данных на сайте [www. VegMarks](http://www.VegMarks), для выявления полиморфизма между устойчивой и восприимчивой формами капусты белокочанной к сосудистому бактериозу отобрано 7, показавших полиморфизм (аллельную разницу) между контрастными формами. С их использованием проведен анализ селекционных образцов капусты белокочанной, созданных в отделе овощекртофелеводства института риса. По результатам проведенной амплификации предложено два SSR-праймера пригодных для анализа селекционного материала, отличающегося по проявлению признака резистентности к *Xanthomonas campestris pv. campestris* Dows. Даны рекомендации дальнейшего использования проанализированных селекционных образцов в научной работе по созданию резистентных форм капусты белокочанной к сосудистому бактериозу.

**Ключевые слова:** капуста белокочанная, маркер сопутствующая селекция (MAS), ПЦР-анализ, гибрид, устойчивость, сосудистый бактериоз.

### DEVELOPMENT OF THE METHODOLOGY FOR THE ESTIMATION OF THE STABILITY OF CAUSES OF BLOODLINED TO *XANTHOMONAS CAMPESTRIS PV. CAMPESTRIS* WITH THE USE OF SSR-MARKERS

White cabbage (*Brassica Oleracea L.*) is the oldest model genetic object of great practical importance. Improving the level of scientific and methodological developments in breeding of cabbage crops becomes the basis for obtaining high-yielding varieties and heterotic hybrids resistant to adverse biotic and abiotic environmental factors. In the conditions of constantly changing market conditions, breeding must promptly respond to its needs and remain competitive. Currently, in our country, there is an intensive variety changing, therefore, methods are needed to accelerate the breeding process of white cabbage. Biotechnological methods, namely DNA labeling, offer new solutions for obtaining and preserving resistant *Brassica Oleracea L.* genotypes.

In this work, the polymorphism of SSR loci on the basis of the resistance of cabbage to black rot was studied. These studies were conducted to identify effective and informative SSR primers for the identification in the genotypes of hybrid plants of donor alleles of resistance to *Xanthomonas campestris pv. campestris* Dows.

Of the 26 approved codominant molecular SSR markers taken from the database at [www. VegMarks](http://www.VegMarks), to identify the polymorphism between the resistant and susceptible forms of cabbage to black rot 7 were selected, which showed polymorphism (allelic difference) between contrasting forms. With their use, an analysis of breeding samples of white cabbage developed in the department of vegetable-potato breeding of the rice institute was carried out. According to the results of the carried out amplification, two SSR primers suitable for analysis of breeding material were proposed, differing in the manifestation of the trait of resistance to *Xanthomonas campestris pv. campestris* dows. Recommendations for the further use of the analyzed breeding samples in scientific work on development of forms of cabbage resistant to black rot are given.

**Key words:** white cabbage (*Brassica oleracea*), marker assisted selection, PCR-analysis, hybrid, resistance, *Xanthomonas campestris pv. campestris* Dows.

## Введение

Капуста белокочанная (*Brassica oleraceae* L.) является наиболее востребованной овощной культурой среди всех представителей рода *Brassica*. Ценность капусты белокочанной объясняется прежде всего высоким содержанием биологически активных веществ, в том числе, фенольных соединений выполняющих важные физиологические функции в живом организме, а также тем, что она является богатым источником биофлавоноидов — большой группы соединений, проявляющих Р-витаминную и антиоксидантную активность, которые регулируют многие реакции метаболизма, участвуют в окислительно-восстановительных процессах, обладают широким спектром биологической активности, выполняют защитные функции [1].

Посевные площади капусты в России составляют 112,7 тыс. га [4]. Одной из основных причин, снижающих урожайность культуры, являются болезни и вредители. Самой вредоносной бактерией для капусты является *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* (Pammel) Dowson), вызывающей заболевание — сосудистый бактериоз. Он наносит серьезный ущерб производству, приводя к снижению урожая на 25–100 % [7].

Одним из наиболее эффективных подходов к защите растений от болезней и вредителей является создание устойчивых к ним сортов и гибридов [3]. Традиционные методы селекции на устойчивость требуют создания инфекционных фонов и трудоемкую оценку каждого образца, что связано со значительными затратами труда и времени. При этом селекционный процесс затягивается до 20 лет.

Селекция с применением молекулярно-генетических методов, а также разработка ДНК-маркерных систем по идентификации целевых генов, основанная на полимеразной цепной реакции (ПЦР) крайне необходимы селекционерам [2]. Данный подход позволяет проводить контроль переносимых целевых генов из одного организма в другой, сокращая тем самым селекционный процесс и получая генотипы с хозяйственно-ценными признаками. Последнее повышает конкурентоспособность отечественных гибридов и сортов, а также помогает в решении проблемы импортозамещения и обеспечения продовольственной безопасности страны.

Такая практика уже успешно используется и на других важных сельскохозяйственных культурах (рис, томаты [2, 5]). Поиск доноров, а также создание ускоренной схемы получения резистентных к фитопатогену сортов и гибридов капусты является весьма актуальной проблемой для региона и страны.

## Цель исследований

Разработать методологию оценки селекционного материала капусты белокочанной на устойчивость к сосудистому бактериозу с применением методов молекулярного маркирования.

## Материалы и методы

Данная работа проводилась в лаборатории информационных, цифровых и биотехнологий ФГБНУ «ВНИИ риса» в 2019 г. Материалом исследования послужили контрастные формы капусты белокочанной (9 устойчивых и 9 восприимчивых к сосудистому бактериозу растений), отобранных в отделе овощекартофелеводства ФГБНУ «ВНИИ риса».

При осуществлении ДНК-анализа применялись нейтральные кодоминантные микросателлитные (SSR) маркеры, взятые из базы данных на сайте [www.VegMarks.ru](http://www.VegMarks.ru), разработанные для оценки уровня полиморфизма у растений *Brassica oleraceae* L. Исползованные праймеры синтезированы фирмой ЗАО «Синтол» (г. Москва). Их сиквенс представлен в таблице 1.

ДНК из листьев капусты выделяли стандартным методом СТАВ по Мюррею и Томпсону [6]. Метод заключается в использовании цетилтриметиламмоний бромида (СТАВ) в качестве основного лизирующего буфера.

ПЦР проводилась в объеме реакционной смеси 25 мкл с учетом подбора оптимальных параметров по следующей программе: 15 минут при 95 °С — начальная денатурация — 1 цикл, следующих 25 циклов: 2 мин денатурация при 94 °С, 1 мин денатурация при 94 °С, 30 секунд отжиг праймеров при 65 °С, 45 секунд синтез при 72 °С; затем каждый второй цикл температуру отжига снижаем на 1 °С до достижения температуры 55 °С и остальные 20 циклов: 1 мин денатурация при 94 °С, 30 секунд отжиг праймеров при 55 °С, 45 секунд синтез при 72 °С, завершающий цикл синтеза 1 минута при 72 °С.

Аmplифицированные фрагменты ДНК разделяли с помощью 2%-го агарозного геля с добавлением бромистого этидия при напряжении 120 V в течение 1 часа и фотографировали в ультрафиолетовом свете.

## Результаты и обсуждение

При проведении молекулярно-генетического исследования было апробировано 16 нейтральных микросателлитных маркеров, локализованных в разных хромосомах, на контрастных по признаку устойчивости к сосудистому бактериозу форм капусты белокочанной, 2 из которых выявили полиморфизм (аллельную разницу) между исследуемыми образцами. Результаты апробации этих маркеров представлены на рисунках 1–3.

Рисунок 1 демонстрирует аллельное разнообразие анализируемых контрастных по устойчивости к *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* генотипов капусты белокочанной по локусу O110-C01 (10 хромосома локализации).

На электрофореграмме четко видна аллельная разница между устойчивыми и неустойчивыми изогенными линиями. Донорная аллель имеет размер ПЦР-продукта 217 пар оснований (п.о.), рецессивная — 222 пар оснований, что позволя-

Таблица 1. Нуклеотидная последовательность праймеров для *B. Oleracea L.*

№	Название праймера	Последовательности праймеров
1	OI10-B04	F – ATCTTCCTCCACGTTTCATGC R – CGAATCTTGAAGTTCTGACCC
2	OI10-B08	F – AAGCTGTTTCGATGAAATGCC R – ACTTGTTTGCATCCATTGCC
3	OI10-C01	F – ATGACTGCTTAAACAGCGCC R – CTTCTCCAACAAAAGCTCGG
4	OI10-C10a	F – AAGAAGGCGTAGAGATTGCC R – GCAGATAAGATTTCGAGTCCCC
5	OI10-C10b	F – AAGAAGGCGTAGAGATTGCC R – GCAGATAAGATTTCGAGTCCCC
6	OI10-D01	F – TCTCTGCCAAAAGCAAATAGC R – CTTGGCTCTCTCTCACCACC
7	OI10-D02	F – CAITTTCTCAATGATGAAIAGTTTTGG R – CCATTGATATGGAGATGGGG
8	OI10-D08	F – TCCGAACACTCTAAGTTAGCTCC R – GAGCTGTATGTCTCCCGTGC
9	OI10-F06	F – CATTGGTTTAGTCATTTTCGTCG R – AATTCAAAAAGTCCGAACG
10	OI10-G05	F – TCAATGCTCTTGATGCTTTTGACC R – AGAATGAGAGCGTGGAGAGG
11	OI11-B05	F – TCGCGACGTTGTTTTGTTC R – ACCATCTTCCTCGACCCTG
12	OI11-H06	F – TCCGAACACTCTAAGTTAGCTCC R – TTCTTCACTTCACAGGCACG
13	OI11-H09	F – CCCTTTTCCCCTTCTIATTGG R – GTGCGACTTGGAAATTTCTCC
14	OI12-A04	F – TGGGTAAGTAACTGTGGTGGC R – AGAGTTTCGCATACTCTGGAGC
15	OI12-G04	F – CGAACATCTTAGGCCGAATC R – GGTTAACCTGCGGGATATTG
16	OI13-C12	F – AGAGGCCAACAAAAGAACACC R – GAAGCAGCACCAAGTGACAAG

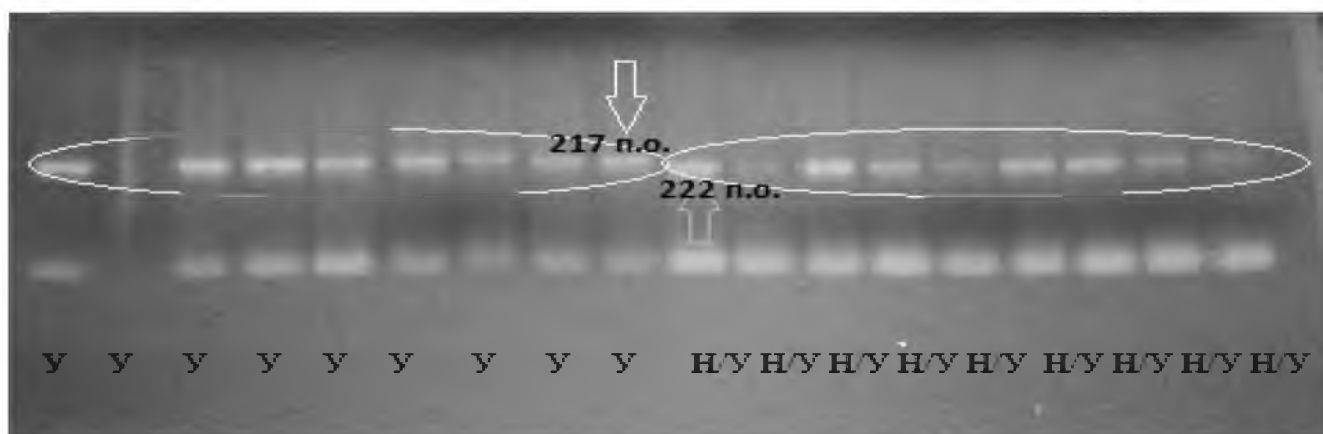
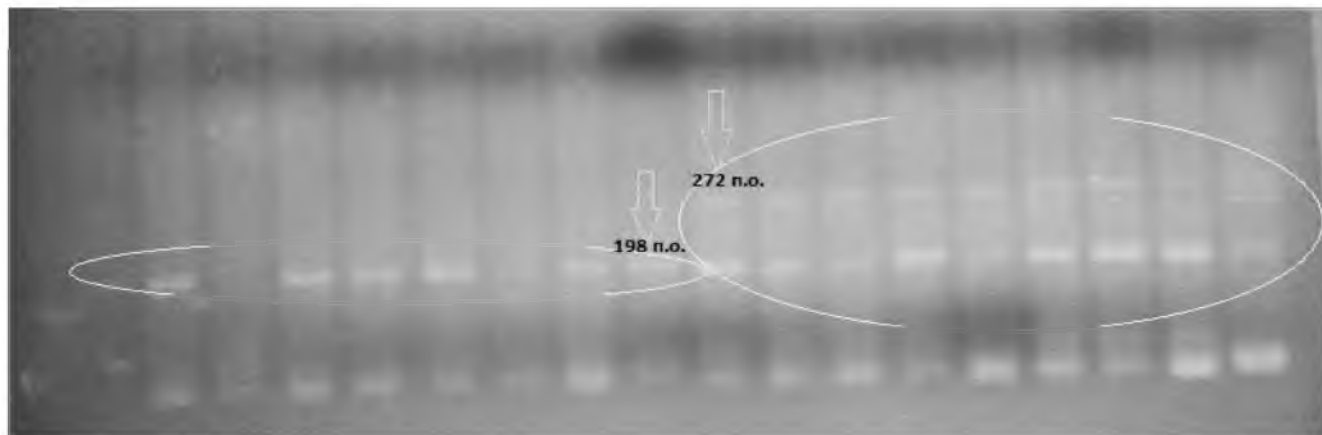


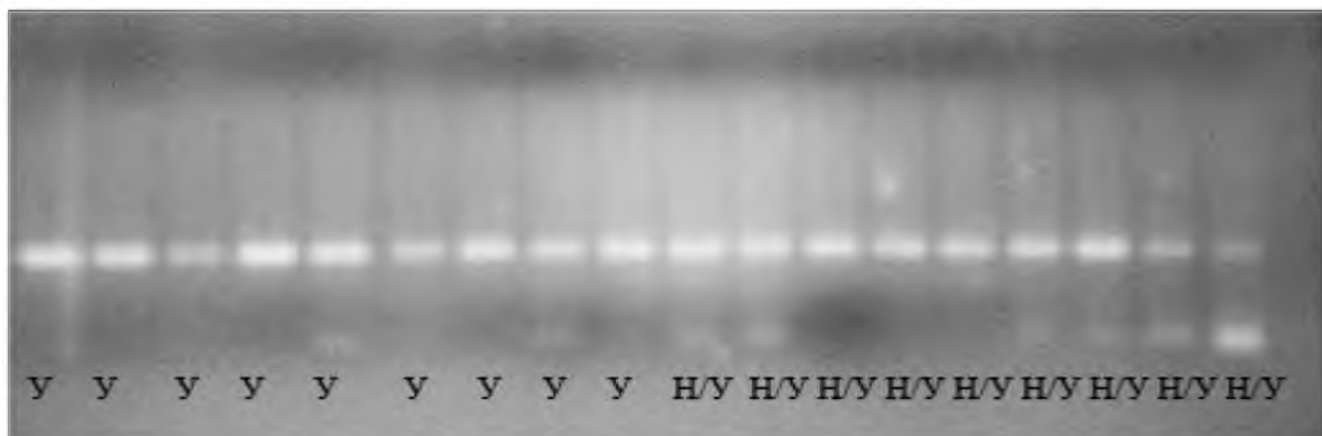
Рисунок 1. Визуализация продуктов ПЦР по локусу OI10-C01 в 2%-ном агарозном геле.

Примечание: У – изогенная устойчивая линия 12-1; Н/У- изогенная неустойчивая линия 12-2.



**Рисунок 2. Визуализация продуктов ПЦР по локусу OI11-H06 в 2%-ном агарозном геле**

Примечание: У — устойчивая изогенная линия 12-1; Н/У — неустойчивая изогенная линия 12-2.



**Рисунок 3. Визуализация продуктов ПЦР по локусу OI10-D08 в 2%-ном агарозном геле**

Примечание: У — изогенная устойчивая линия 12-1; Н/У — неустойчивая изогенная линия 12-2.

ет использовать данный маркер для ранжирования генотипов по устойчивости к заболеванию. Идентификация изученных линий выполнялась на основании данных об аллельной состоянии использованного маркера у каждого отдельно взятого генотипа с использованием программы Gel-Pro Analyzer 3.1.

На рисунке 2 представлены результаты ПЦР-анализа по локусу OI11-H06.

Рисунок 2 также демонстрирует аллельную разницу между изучаемыми контрастными по устойчивости к сосудистому бактериозу изогенными линиями *Brassica oleracea* L. Донорный аллель имеет ПЦР-продукт размером 198 п.о., рецессивный — 272 п.о., что позволит использовать данный маркер для ранжирования анализируемых гибридных образцов капусты белокочанной по признаку устойчивости к *Xanthomonas campestris* L.

При изучении оставшихся 14 маркеров аллельной разницы между контрастными формами обна-

ружено не было. Электрофореграмма одного из таких маркеров представлена на рисунке 3.

Отобранные SSR-маркеры вовлечены в программу по созданию резистентных к данному стрессору гибридов капусты белокочанной для идентификации и визуализации донорного аллеля в полученных гибридных растениях методом ПЦР.

#### **Выводы**

Таким образом, по результатам проведенного исследования выявлен полиморфизм SSR-локусов по признаку устойчивости капусты белокочанной к сосудистому бактериозу на контрастных изогенных образцах капусты белокочанной. Из 16 апробированных кодоминантных микросателлитных маркеров, взятых из базы данных на сайте [www.VegMarks](http://www.VegMarks), отобрано 2 информативных SSR (OI10-C01 и OI11-H06, локализованных на 10 и 5 хромосомах, соответственно), для ранжирования селекционных образцов по признаку устойчивости к *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* Dows.

Они могут быть рекомендованы практической селекции для программ по созданию устойчивых к сосудистому бактериозу гибридов капусты белокочанной. Это станет основой для создания гибридов нового поколения с более высокой урожайностью и отличными потребительскими свойствами, которые позволят решить проблему импортозамещения и получения продуктов здорового питания (экологически безопасную продукцию, выращенную без применения средств химической защиты).

### ЛИТЕРАТУРА

1. Антошкина, М. С. Комплексная оценка сортовых качеств у капусты белокочанной и разновидностей рода *Brassica L.* дис.... канд. с.-х. наук. — М., 2007. — 113 с.
2. Дубина, Е. В. Создание устойчивой к пирикулярнозу генплазмы риса с использованием технологий ДНК-маркирования / Е. В. Дубина, Ж. М. Мухина, Е. М. Харитонов, В. Н. Шиловский, Е. С. Харченко, Л. В. Есаулова, Н. Н. Коркина, Е. П. Максименко, И. Б. Никитина // Генетика. — 2015. — № 8 (51). — С. 881–886.
3. Кашнова, Е. В. Устойчивость селекционного материала капусты белокочанной к болезням в условиях Алтайского края / Е. В. Кашнова, Н. Н. Чернышева // Вестник Алтайского государственного университета. — 2009. — № 2(52) — С. 8–10.
4. Посевные площади и валовые сборы капусты в России. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://ab-centre.ru/news/posevnye-ploschadi-i-valovye-sbory-kapusty-v-rossii-itogi-2018-goda>.
5. Фесенко, И. А. Создание ДНК-маркера устойчивости томата к фузариозному увяданию / И. А. Фесенко, М. Ю. Куклев, Г. И. Карлов // Известия ТСХА. — № 1. — 2007. — С. 66–72.
6. Murray, M. G. Rapid isolation of high molecular weight plant DNA / M. G. Murray, W. F. Thompson // Nucleic Acids Research. — 1980. — V. 10. — P. 4321–4325.
7. Williams, P. H. Black rot: a continuing threat to world crucifers // Plant disease. — 1980. — V. 64(8). — P. 736–742.

#### **Юлия Александровна Макуха**

Млад. научн. сотр. лаборатории  
информационных, цифровых и  
биотехнологий  
E-mail: [makuxa69@mail.ru](mailto:makuxa69@mail.ru)

#### **Yulia A. Makukha**

Junior Researcher of the laboratory  
of information, digital  
and biotechnology  
E-mail: [makuxa69@mail.ru](mailto:makuxa69@mail.ru)

#### **Елена Викторовна Дубина**

Зав. лабораторией информационных,  
цифровых и биотехнологий  
E-mail: [lenakrug1@rambler.ru](mailto:lenakrug1@rambler.ru)

#### **Elena V. Dubina**

Head of the laboratory of information,  
digital and biotechnology  
E-mail: [lenakrug1@rambler.ru](mailto:lenakrug1@rambler.ru)

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

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

УДК: 633.18.631.52:631.523

**С. С. Чижикова**, канд. биол. наук,  
**Н. Г. Туманьян**, д-р биол. наук, проф.,  
**М. А. Ладатко**, канд. с.-х. наук,  
г. Краснодар, Россия

### ИЗМЕНЧИВОСТЬ НОВЫХ СОРТОВ РИСА, ВЫРАЩЕННЫХ В УСЛОВИЯХ АБИНСКОГО РАЙОНА КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ ПО ПРИЗНАКАМ КАЧЕСТВА ЗЕРНА

Представлены результаты оценки новых сортов риса, выращенных в условиях Абинского района Краснодарского края по признакам качества зерна. Целью исследований было изучить влияние азотных удобрений на технологические признаки качества зерна. Установлено, что лучшими сортами на основании низкой изменчивости по признакам качества зерна были сорта Велес и Светлана. С повышением уровня минерального питания (фон +  $N_{30}$ ) увеличивались или оставались неизменными показатели признаков «масса 1000 а.с. зерен» и «выход крупы», уменьшались или оставались неизменными — «пленчатость», «стекловидность» и «трещиноватость». В результате двухфакторного дисперсионного анализа установили, что фактор «сорт» влияет на изменение массы 1000 а.с. зерен с повышением уровня минерального питания на 31,4 %, трещиноватости — на 27,6 %; фактор «уровень минерального питания» не влиял на изменение значений массы 1000 а.с. зерен и трещиноватости (коэффициент вариации 0,04 и 0,18 % соответственно). При разделении изучаемых сортов на группы по признакам «интенсивности» и «период вегетации» выявили, что влияние уровня минерального питания на изменения значений признака «масса 1000 зерен» было выше в группе интенсивных сортов (19,5 %), а более высокая доля вклада фактора «сорт» — в группе экстенсивных сортов (28,8 %). Уровень минерального питания существенно не влиял на изменение значений признака «трещиноватость» как в группе интенсивных, так и в группе экстенсивных сортов. В группе среднеспелых сортов доля вклада фактора «сорт» в изменение значений как массы 1000 а.с. зерен, так и трещиноватости, была выше (32,1 и 41,2 % соответственно), чем доля вклада фактора «уровень минерального питания». Показано, что влияние уровня минерального питания на важнейшие признаки качества зерна в группе среднеспелых сортов незначительно. Проведение дальнейших исследований с расширением выборки сортов и группировании их по признакам интенсивности и периоду вегетации поможет в прогнозировании качества урожая.

**Ключевые слова:** рис, сорт, признаки качества, изменчивость сортов, коэффициент вариации, минеральное питание, стабильный сорт, экологическое сортоиспытание, агромелиоративное поле.

### VARIABILITY OF NEW RICE VARIETIES GROWN IN CONDITIONS OF ABINSK DISTRICT, KRASNODAR REGION BY GRAIN QUALITY TRAITS

The article presents the results of evaluation of new rice varieties grown in conditions of Abinsk district, Krasnodar region by grain quality traits. The purpose of research was to study influence of nitrogen fertilizers on technological grain quality traits. It was established that the best varieties based on low variability by grain quality traits were Veles and Svetlana. With an increase in the level of mineral nutrition (background +  $N_{30}$ ), the indicators of traits "mass of 1000 absolutely dry grains" and "total milled rice" increased or remained unchanged, decreased or remained unchanged — "filminess", "vitreousity" and "fracture". As a result of two-way analysis of variance, it was established that the factor "variety" affects the change in mass of 1000 absolutely dry grains with an increase in the level of mineral nutrition by 31.4 %, fracture — by 27.6 %; the factor "mineral nutrition level" did not affect the change in mass of 1000 absolutely dry grains and fracture (coefficient of variation of 0.04 and 0.18 %, respectively). When dividing the studied varieties into groups according to traits of "intensity" and "growing season", it was found that the influence of the level of mineral nutrition on changes in the values of trait "mass of 1000 grains" was higher in the group of intensive varieties (19.5 %), and a higher share of contribution factor "variety" — in the group of extensive varieties (28.8 %). The level of mineral nutrition did not significantly affect the change in the values of the trait "fracture" in both the group of intensive and the group of extensive varieties. In the group of medium ripening varieties, the share of the contribution of the "variety" factor to the change in the values as mass of 1000 absolutely dry grains and fracture, was higher (32.1 and 41.2 %, respectively) than the share of the contribution of the factor "level of mineral nutrition". It is shown that the influence of level of mineral nutrition on the most important grain quality traits in the group of medium ripening varieties is insignificant. Conducting further research with the expansion of the sample of varieties and grouping them according to traits of intensity and the growing season will help in predicting the yield quality.

**Key words:** rice, variety, quality traits, variability, coefficient of variation, mineral nutrition, stable variety, ecological varietal testing, agromeliorative field.

## Введение

Наиболее крупным производителем риса в России, на долю которого приходится 70–75 % валового сбора зерна, является Краснодарский край. Получаемые урожаи риса, от 6 до 7,4 т/га по Краснодарскому краю, не соответствуют потенциальным возможностям районированных сортов. Это свидетельствует о неполном использовании биологических возможностей растений риса, несмотря на то, что почвенно-климатические условия Краснодарского края позволяют получать урожайность, близкую к потенциально возможной для этой культуры [3, 4].

Количество и качество урожая риса обеспечивают протекающие в растении физиолого-биохимические процессы, которые в значительной степени связаны с минеральным питанием растения. Азотные удобрения играют ведущую роль в повышении урожайности риса и обеспечивают до 80 % прибавки урожая, получаемой от применения минеральных удобрений [1, 6]. Некорневые подкормки обеспечивают сбалансированность минерального питания в наиболее важные периоды роста и развития растений, обеспечивая активность ферментов, вследствие чего активизируется обмен веществ в корневой системе и повышается поступление питательных веществ из почвы и их перераспределение в растениях [2].

Рис — культура требовательная к минеральному питанию. Показатели качества риса изменяются в зависимости от погодно-климатических, агротехнических условий возделывания, уборки, переработки и хранения [1, 2]. Результаты проведенных ранее исследований свидетельствуют о неоднозначном влиянии уровня минерального питания на качество риса [1, 2, 5, 7–9].

С повышением дозы азота увеличивается масса 1000 а. с. зерен, стекловидность зерна, снижается количество трещиноватых, недоразвитых зерен и пленчатость [1, 5]. Однако дальнейшее увеличение дозы приводит к обратному результату: снижается стекловидность, возрастает трещиноватость и количество недоразвитых зерен [7, 8]. В связи с вышеизложенным, изучение реакции сортов риса на минеральное питание по признакам качества зерна носит актуальный характер.

## Цель исследований

Изучить влияние азотных удобрений на технологические признаки качества зерна новых сортов риса, выращенных в условиях рисоводческого хозяйства ООО СХП «Кубань» Абинского района Краснодарского края.

## Материалы и методы

Исследования по экологическому сортоиспытанию осуществлялись в условиях мелкоделяночных полевых опытов в рисоводческом хозяйстве ООО СХП «Кубань» Абинского района Краснодарского края. В опыте изучали действие двух фонов минерального питания, различающихся по до-

зе азота: 1. Фон — уровень минерального питания, предусмотренный в хозяйстве ( $N_{120}$ ), 2. Фон+ $N_{30}$  в первую подкормку в фазе 2–3 листьев карбамидом.

Материалом исследований являлись среднезерные сорта Юбилейный 85, Альянс, Велес, Ленарис, длиннозерный сорт Светлана и в качестве стандарта — короткозерный сорт Флагман и среднезерный сорт Рапан. Большинство изучаемых сортов относились к группе среднеспелых, исключение — среднепоздний сорт Велес и позднеспелый сорт Светлана. Оценку признаков качества проводили гостированными методами: массу 1000 абсолютно сухих зерен определяли по ГОСТу 10842-89, пленчатость — по ГОСТу 10843-76 (на шелушильной установке Satake), стекловидность — по ГОСТу 10987-76, трещиноватость — на диафаноскопе ДСЗ-3, выход и качество крупы — на установке ЛУР-1 М. Математическую и статистическую обработку данных проводили путем расчетов в Microsoft Excel.

## Результаты и обсуждение

Для выявления влияния минерального питания на качество сортов риса первоначально были определены и проанализированы технологические признаки качества сортов урожая 2014–2018 гг., установлена вариабельность признаков по сортам, выделен наиболее стабильный сорт. Так, масса 1000 а. с. зерен существенно не изменялась в зависимости от года исследований у сорта Юбилейный 85. Значения признака изменялись в пределах ошибки у сортов Флагман в 2016–2018 гг. (23,5 г, 23,7 г и 23,5 г соответственно), Велес в 2014, 2015 гг. (27,2 г, 27,3 г соответственно), Светлана в 2016, 2017 гг. (23,7 г, 23,6 г соответственно) (табл. 1). Масса 1000 а. с. зерен в среднем по годам у изучаемых сортов была выше, чем у сорта стандарта Флагман, исключение — сорт Светлана, у которого значения признака существенно не отличались от сорта стандарта (табл. 2).

Пленчатость существенно изменялась в зависимости от года исследований у сортов Юбилейный 85 и Ленарис. Значения признака не различались по годам у сортов Альянс в 2016 и 2017 гг. (18,2 и 18,1 % соответственно), Велес в 2014 и 2017 гг. (17,2 и 17,1 % соответственно), Светлана в 2015 и 2016 гг. (17,8 и 17,9 % соответственно) (табл. 1). В среднем по годам пленчатость была существенно ниже значений признака сорта стандарта Флагман у сортов Альянс, Велес и Светлана (табл. 2).

Стекловидность существенно различалась по годам исследований только у сорта Ленарис и составляла 72, 83 и 78 % соответственно в 2016 — 2018 гг. Значения признака не изменялись у сортов Юбилейный 85 в 2014 и 2016 гг. (92 %), Велес в 2014 и 2017 гг. (98 %), Светлана в 2016 и 2017 гг. (95 %); изменялись в пределах ошибки у сорта Альянс в 2015 и 2016 гг. (92 и 93 % соответственно). У всех изучаемых сортов стекловидность в среднем по годам была значительно выше, чем у сорта стандарта



Таблица 1. Признаки качества зерна сортов риса, 2014–2018 гг.

Сорт	Год	Масса 1000 а.с. зерен, г	Пленчатость, %	Стекловидность, %	Трещиноватость, %	Общий выход крупы, %	Содержание целого ядра в крупе, %
Флагман, st	2014	24,0	20,9	95	19	70,0	97,6
	2015	22,9	19,4	96	29	71,6	82,8
	2016	23,5	18,5	89	12	71,2	87,8
	2017	23,7	20,0	82	27	70,0	77,6
	2018	23,5	21,7	87	37	70,7	93,2
Юбилейный 85	2014	28,7	21,0	92	19	70,8	92,0
	2015	28,7	20,0	94	17	72,0	94,0
	2016	28,6	19,8	92	26	72,3	81,8
Альянс	2015	24,9	19,3	92	26	72,3	83,5
	2016	26,1	18,2	93	24	73,9	86,1
	2017	24,3	18,1	97	16	73,5	89,2
Велес	2014	27,2	17,2	98	22	73,0	90,1
	2015	27,3	16,6	96	23	73,7	86,4
	2017	26,4	17,1	98	22	74,1	85,5
Светлана	2015	22,9	17,8	98	19	69,9	82,3
	2016	23,7	17,9	95	17	69,5	84,1
	2017	23,6	17,0	95	15	69,7	87,7
Ленарис	2016	29,0	18,5	72	25	67,7	86,2
	2017	30,1	19,8	83	19	67,7	80,6
	2018	31,4	22,4	78	17	69,9	93,0
НСР <sub>05</sub>		0,17	0,18	1,8	1,1	0,38	1,25

Таблица 2. Средние значения и вариабельность признаков качества зерна новых сортов риса, конкурсное сортоиспытание, 2014–2018 гг.

Сорт	Масса 1000 а.с. зерен, г		Пленчатость, %		Стекловидность, %		Трещиноватость, %		Содержание цел. ядра в крупе, %	
	Cv	Ср	Cv	Ср	Cv	Ср	Cv	Ср	Cv	Ср
Флагман, st	1,7	23,5	6,2	20,1	6,5	89,8	38,7	24,8	9,1	87,8
Юбилейный 85	0,2	28,7	3,2	20,3	1,2	92,7	22,9	20,7	7,3	89,3
Альянс	3,6	25,1	3,6	18,5	2,8	94,0	24,0	22,0	3,3	86,3
Велес	1,8	27,0	1,9	17,0	1,2	97,3	2,59	22,3	2,8	87,3
Светлана	1,9	23,4	2,8	17,6	1,8	96,0	11,8	17,0	3,3	84,7
Ленарис	4,0	30,2	9,8	20,2	7,1	77,7	20,5	20,3	7,17	86,6

Примечание: Здесь и далее: Cv – коэффициент вариации, Ср – средняя арифметическая

Флагман, исключение сорт Ленарис, у которого отмечено более низкое значение признака.

Трещиноватость зерна существенно изменялась в зависимости от года исследований у всех изучаемых сортов. Значение признака варьировало в

пределах от 15 % у сорта Светлана в 2017 году до 26 % у сортов Юбилейный 85 в 2016 году и Альянс в 2015 году. Трещиноватость сорта стандарта Флагман в среднем по годам была значительно выше, чем у изучаемых сортов.

Количественным показателем технологических свойств зерна риса является общий выход крупы. Значения признака варьировали в пределах от 69,5 % у сорта Светлана в 2016 году до 74,1 у сорта Велес в 2017 году. Содержание целого ядра в крупе риса существенно изменялось по годам у всех изучаемых сортов. Максимальное среднее значение признака (89,3 %) отмечено у сорта Юбилейный 85.

Для оценки изменчивости сортов риса по признакам качества зерна в зависимости от агро-климатических условий вегетации рассчитывали средние значения и вариабельность признаков качества. Вариация признака является слабой, если коэффициент вариации меньше либо равен 10 %, средней — 20 %, сильной — больше либо равен 20 %. Коэффициент вариации изменялся по признаку «масса 1000 а.с. зерен» в пределах от 0,2 (сорт Юбилейный 85) до 4,0 % (сорт Ленарис), «пленчатость» от 1,9 (сорт Велес) до 9,8 % (сорт Ленарис), по признаку «стекловидность» от 1,2 (сорта Юбилейный 85 и Велес) до 7,1 % (сорт Ленарис), по признаку «трещиноватость» от 11,8 (сорт Светлана) до 38,7 % (сорт Флагман), по признаку «содержание целого ядра» от 2,8 (сорт Велес) до 9,1 % (сорт Флагман). Таким образом вариация всех изучаемых признаков была слабой ( $C_v \leq 10\%$ ), кроме признака «трещиноватость». Изучаемые сорта были распределены в ряду по уровню изменчивости от низкой к высокой: по признаку «масса 1000 а.с. зерен» — сорта Юбилейный 85, Велес, Светлана, Альянс, Ленарис; по признаку «пленчатость» — сорта Велес, Светлана, Юбилейный 85, Альянс, Ленарис; по признаку «стекловидность» — сорта Велес,

Юбилейный 85, Светлана, Альянс, Ленарис; по признаку «трещиноватость» — сорта Велес, Светлана, Ленарис, Юбилейный 85, Альянс; по признаку «содержание целого ядра в крупе» — сорта Велес, Светлана, Альянс, Юбилейный 85, Ленарис. Лучшими сортами по качеству зерна на основании низкой изменчивости по признакам качества зерна были признаны сорта Велес и Светлана.

Проанализировав признаки качества зерна сортов риса в зависимости от фона минерального питания, установили, что масса 1000 а.с. зерен почти у всех изучаемых сортов увеличивалась или оставалась неизменной в варианте фон+N<sub>30</sub>, исключение составили сорта Светлана и Ленарис, у которых значения признака уменьшались и были в варианте фон (N<sub>110</sub>) 25,9 г и 32,2 г, в варианте фон+N<sub>30</sub> 24,0 г и 31,8 г. по сортам соответственно (табл. 3).

Пленчатость у изучаемых сортов с увеличением уровня минерального питания уменьшалась у сортов Альянс, Светлана, Велес или изменялась в пределах ошибки у сортов Ленарис и Юбилейный 85.

Стекловидность зерна уменьшалась у сортов Светлана и Велес и составляла 90 и 97 % в варианте фон и 86 и 94 % в варианте фон+N<sub>30</sub> по сортам соответственно (табл. 4). Значения признака существенно не различались в зависимости от уровня минерального питания у сортов Альянс и Юбилейный 85. У сорта Ленарис стекловидность зерна была выше в варианте фон+N<sub>30</sub> (86 %).

Трещиноватость уменьшалась в варианте фон+N<sub>30</sub> у сортов Светлана, Велес и Ленарис, существенно не изменялась у сортов Альянс и Юбилейный 85.

**Таблица 3. Пленчатость и крупность зерна риса в зависимости от фона минерального питания, 2018 гг.**

Сорт	Уровень минерального питания	Масса 1000 а.с. зерен, г	Пленчатость, %
Флагман, st	Фон	26,8	19,0
	Фон+N <sub>30</sub>	27,7	19,0
Рапан, st	Фон	26,3	19,0
	Фон+N <sub>30</sub>	27,6	20,0
Юбилейный 85	Фон	26,8	20,2
	Фон+N <sub>30</sub>	26,9	20,0
Альянс	Фон	29,3	19,6
	Фон+N <sub>30</sub>	29,6	19,2
Велес	Фон	28,2	18,8
	Фон+N <sub>30</sub>	29,0	17,8
Светлана	Фон	25,9	19,0
	Фон+N <sub>30</sub>	24,0	18,0
Ленарис	Фон	32,2	19,6
	Фон+N <sub>30</sub>	31,8	19,8
НСП <sub>05</sub>		0,15	0,22

Выход крупы в варианте фон+N<sub>30</sub> увеличивался у сортов Светлана, Велес, Ленарис и Юбилейный 85, уменьшался у сорта Альянс (табл. 5).

Проводили анализ изменчивости количественных признаков, который означает прежде всего вскрытие ее структуры, то есть оценку вкладов факторов, определяющих эту изменчивость. Структура изменчивости технологических и биохимических признаков достаточно сложна и включает в себя как генотипические эффекты (вклады), так и эффекты модификационного варьирования. Межсортовая изменчивость отражает различия групповых генотипов сортов и тем самым может быть интерпретирована как генотипическая. Изменчивость между годами оценки отражает эффекты факторов среды и характеризуется как агроклиматическая.

мических признаков достаточно сложна и включает в себя как генотипические эффекты (вклады), так и эффекты модификационного варьирования. Межсортовая изменчивость отражает различия групповых генотипов сортов и тем самым может быть интерпретирована как генотипическая. Изменчивость между годами оценки отражает эффекты факторов среды и характеризуется как агроклиматическая.

**Таблица 4. Стекловидность и трещиноватость зерна риса, 2018 гг.**

Сорт	Уровень минерального питания	Стекловидность, %	Трещиноватость, %
Флагман, st	Фон	94	44
	Фон+N <sub>30</sub>	91	43
Рапан, st	Фон	95	51
	Фон+N <sub>30</sub>	98	50
Юбилейный 85	Фон	88	37
	Фон+N <sub>30</sub>	90	39
Альянс	Фон	94	25
	Фон+N <sub>30</sub>	96	26
Велес	Фон	97	51
	Фон+N <sub>30</sub>	94	23
Светлана	Фон	90	10
	Фон+N <sub>30</sub>	86	4
Ленарис	Фон	83	66
	Фон+N <sub>30</sub>	86	44
НСР <sub>05</sub>		2,1	2,6

**Таблица 5. Выход крупы риса, 2018 гг.**

Сорт	Уровень минерального питания	Выход крупы, %	
		Общий выход крупы	Содержание целого ядра в крупе
Флагман, st	Фон	67,8	70,5
	Фон+N <sub>30</sub>	70,6	61,4
Рапан, st	Фон	69,2	71,9
	Фон+N <sub>30</sub>	69,0	62,6
Юбилейный 85	Фон	69,2	69,1
	Фон+N <sub>30</sub>	69,6	76,4
Альянс	Фон	67,6	69,8
	Фон+N <sub>30</sub>	66,4	53,3
Велес	Фон	64,6	52,3
	Фон+N <sub>30</sub>	70,4	78,7
Светлана	Фон	68,0	73,8
	Фон+N <sub>30</sub>	68,8	77,6
Ленарис	Фон	65,8	33,1
	Фон+N <sub>30</sub>	69,6	44,0
НСР <sub>05</sub>		0,39	0,93

**Таблица 6. Доля вклада факторов в изменение значений признаков «масса 1000 а.с. зерен» и «трещиноватость»**

Источник варьирования	Доля вклада, %	
	масса 1000 а.с. зерен	трещиноватость
Сорт (фактор А)	31,4	27,6
Уровень минерального питания (фактор В)	0,04	1,9
Взаимодействие фактора АВ	1,7	3,83

**Таблица 7. Доля вклада факторов в изменение значений признаков «масса 1000 а.с. зерен» и «трещиноватость» по группам сортов**

Источник варьирования	Доля вклада, %			
	масса 1000 а.с. зерен		трещиноватость	
	группа интенсивных сортов	группа экстенсивных сортов	группа интенсивных сортов	группа экстенсивных сортов
Сорт (фактор А)	3,1	28,8	30,7	22,9
Уровень минерального питания (фактор В)	19,5	0,4	-0,002	7,2
Взаимодействие фактора АВ	7,7	3,8	0,6	2,9
<b>группа среднеспелых сортов</b>				
Сорт (фактор А)	32,1		41,2	
Уровень минерального питания (фактор В)	0,3		0,7	
Взаимодействие фактора АВ	0,7		7,0	

Адекватным методом изучения структуры изменчивости подобных данных является дисперсионный анализ, а точнее его двухфакторная перекрестная модель, позволяющая количественно оценить эффекты (доли влияния) самих факторов, так и их взаимодействия.

В результате двухфакторного дисперсионного анализа установили, что фактор «сорт» влияет на изменение массы 1000 а.с. зерен с повышением уровня минерального питания на 31,4 %, трещиноватости — на 27,6 % (табл. 6).

Фактор «уровень минерального питания» влияет на изменение значений массы 1000 а.с. зерен и трещиноватости лишь на 0,044 и 0,18 % соответственно.

В связи с тем, что в результате двухфакторного дисперсионного анализа не выявлено достоверного влияния факторов А (сорт) и В (уровень минерального питания) на изменение признаков «масса 1000 а.с. зерен» и «трещиноватость» изучаемые сорта были сгруппированы по признакам «интенсивность» и «период вегетации». По интенсивности было сформировано две группы сортов: интенсивные — Рапан, Флагман, Юбилейный 85, экстенсивные — Светлана, Велес. По периоду вегетации была сформирована одна группа сортов — среднеспелые — в связи с тем, что в опыте

был лишь один сорт который относился к группе среднепозднеспелых и не было раннеспелых сортов (Рапан, Флагман, Альянс, Ленарис, Юбилейный 85). В результате двухфакторного дисперсионного анализа по группам сортов, выявили, что влияние уровня минерального питания на изменение значений признака «масса 1000 зерен» было выше в группе интенсивных сортов (19,5 %), а более высокая доля вклада фактора «сорт» — в группе экстенсивных сортов (28,8 %) (табл. 7). Уровень минерального питания существенно не влиял на изменение значений признака «трещиноватость» как в группе интенсивных, так и в группе экстенсивных сортов. В группе среднеспелых сортов доля вклада фактора А (сорт) в изменение значений как массы 1000 а.с. зерен, так и трещиноватости, была выше (32,1 и 41,2 % соответственно), чем доля вклада фактора В.

#### **Выводы**

При объединении всех сортов в исследовании доля вклада параметра «сорт» в проявление признаков крупности и трещиноватости зерна была около 30 %, доля вклада уровня минерального питания — незначительной (0,04, 1,18 % соответственно). Группирование сортов по признакам интенсивности сорта (характеру влияния на азотное питание) и вегетационному периоду привело

к повышению в группе среднеспелых сортов доли вклада уровня минерального питания в проявление признака масса 1000 а.с. зерен до 19,5 %. Влияния на трещиноватость зерна в этой группе не обнаружено: коэффициенты вариации признака «уровень минерального питания» 0,3 и 0,7 %.

Таким образом, в исследовании выявлено незначительное влияние уровня минерального пита-

ния ( $N_{110}$ ,  $N_{110}+N_{30}$  в первую подкормку в фазе 2–3 листьев карбамидом) на важнейшие признаки качества зерна в группе среднеспелых сортов. Для решения вопроса прогнозирования качества урожая необходимо проведение дальнейших исследований при расширении выборки сортов и группировании их по признакам интенсивности и периоду вегетации.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Казарцева, А. Т. Эколого-генетические и агрохимические основы повышения качества зерна. — Майкоп: ГУРИП «Адыгея», 2004. — 160 с.
2. Кумейко, Т. Б. Технологические признаки качества зерна сортов риса, допущенных к использованию на территории РФ, выращенных на Кубани / Т. Б. Кумейко, Н. Г. Туманьян, К. К. Ольховая // Инновационные исследования и разработки для научного обеспечения производства и хранения экологически безопасной сельскохозяйственной и пищевой продукции: Сборник материалов II Международной научно-практической конференции, 2017. — С. 148–152.
3. Рак, М. В. Некорневые подкормки микроудобрениями в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур / М. В. Рак, М. Ф. Дембицкий, Г. М. Сафрановская // Земляробства і ахова раслін, 2004. — № 2. — С. 25–27.
4. Харитонов, Е. М. Рисоводство в России: пути развития отрасли / Е. М. Харитонов // Устойчивое производство риса: настоящее и перспективы. — Краснодар: ВНИИ риса, 2006. — С. 37–40.
5. Шеуджен, А. Х. Проблемы применения микроэлементов в рисоводстве Российской Федерации / А. Х. Шеуджен // Рисоводство. — Краснодар, 2004. — № 5. — С. 73–80.
6. Hao, H. L. Effects of different nitrogen fertilizer levels on Fe, Mn, Cu and Zn concentrations in shoot and grain quality in rice / H. L. Hao, Y. Z. Wei, X. E. Yang, Y. Feng, C. Y. Wu // Rice Sci. — 2007. — № 14. — P. 289–294.
7. Zhang, Q. Strategies for developing green super rice / Q. Zhang // Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. — 2007. — № 104. — P. 16402–16409.
8. Peng, S. Improving nitrogen fertilization in rice by site-specific N management: a review Agron. Sust. Dev. / S. Peng, R.J. Buresh, J. Huang, X. Zhong, Y. Zou, J. Yang, G. Wang, Y. Liu, R. Hu, Q. Tang // Agron. Sust. Dev. — 2010. — № 30. — P. 649–656.
9. Wopereis-Pura, M. M. Wopereis Effect of late nitrogen application on rice yield, grain quality and profitability in the Senegal River valley / M. M. Wopereis-Pura, H. Watanabe, J. Moreira // M.C.S., Eur. J. Agron. — 2002. — № 17. — P. 191–198.

### **Светлана Сергеевна Чижикова**

Ст. науч. сотр. лаборатории качества риса  
E-mail: Kvetochka2005@yandex.ru

### **Svetlana Sergeevna Chizhikova**

Senior scientist of laboratory of rice quality  
E-mail: Kvetochka2005@yandex.ru

### **Наталья Георгиевна Туманьян**

Зав. лаб. качества риса  
E-mail: tngerag@yandex.ru

### **Natalia Georgievna Tumanyan**

Head of laboratory of rice quality  
E-mail: tngerag@yandex.ru

### **Максим Александрович Ладатко**

В.н.с., зав. лаб. сортовой агротехники  
и паспортизации сортов риса  
E-mail: maxilad@mail.ru

### **Maxim Aleksandrovich Ladatko**

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

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

All: FSBSI «ARRRI»  
Belozerniy, 3 Krasnodar, 350921, Russia  
E-mail: arrri\_kub@mail.ru

УДК: 633.18: 631.164: 577.154.31

Э. Ю. Папулова, канд. биол. наук  
 Т. Б. Кумейко, канд. с.-х. наук  
 К. К. Ольховая,  
 Ю. В. Ткаченко,  
 Ю. В. Кумейко, канд. с.-х. наук  
 г. Краснодар, Россия

### ИЗМЕНЧИВОСТЬ СОРТОВ РИСА ПО ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПРИЗНАКАМ КАЧЕСТВА ЗЕРНА В СВЯЗИ С РАЗЛИЧНЫМИ СРОКАМИ УБОРКИ И УРОВНЕМ АЗОТНОГО ПИТАНИЯ

В исследовании показана изменчивость признаков качества зерна и амилографических характеристик крахмальной дисперсии сортов риса отечественной селекции в зависимости от уровня азотных подкормок ( $N_{60}$  и  $N_{120}$ ) и сроков уборки. В опыте с различными дозами азотных удобрений был выделен сорт Рапан, который проявил стабильность по всем изучаемым признакам. В опыте с различными сроками уборки реакция сортов была более выраженной: масса 1000 а.с.з. увеличивалась, пленчатость снижалась (исключения: Кураж и Рапан) при уборке 01.10. У сортов Фаворит, Кураж, Олимп наблюдалось увеличение общего выхода крупы при более позднем отборе 01.10 (на 2,2, 0,8 и 3,8 % соответственно). Содержание целого ядра значительно снизилось в отборе 01.10 у сорта стандарта Флагман — на 8,4 %, у сорта Патриот — на 3,7 %, у сорта Фаворит — на 14,5 %, у сорта Рапан — на 4,2 %, у сорта Кураж наблюдалось незначительное снижение этого параметра — на 0,8 %. Стабильностью отличался сорт стандарт Флагман по признаку «общий выход крупы», сорт Олимп по признаку «содержание целого ядра», сорт Рапан по амилографическим характеристикам.

**Ключевые слова:** рис, качество зерна, физико-химические признаки, вязкость крахмальной дисперсии зерна, перестой на корню, азот

### VARIABILITY OF RICE VARIETIES BY PHYSIOCO-CHEMICAL GRAIN QUALITY TRAITS IN CONNECTION WITH DIFFERENT HARVESTING TERMS AND LEVEL OF NITROGEN NUTRITION

The study shows the variability of grain quality traits and amylographic characteristics of starch dispersion of rice varieties of domestic breeding depending on the level of nitrogen fertilizing ( $N_{60}$  and  $N_{120}$ ) and the harvesting terms. In the experiment with different doses of nitrogen fertilizers, variety Rapan was isolated, which showed stability according to all the studied characteristics. In the experiment with different harvesting terms, the reaction of the varieties was more pronounced: weight of 1000 absolutely dry grains increased, filminess decreased (exceptions: Kurazh and Rapan) during harvesting on 01.10. The varieties Favorit, Kurazh, Olymp showed an increase in milling yield at a later selection on 01.10 (by 2.2, 0.8 and 3.8 %, respectively). Head rice content significantly decreased in selection on 01.10 in standard variety Flagman — by 8.4 %, in variety Patriot — by 3.7 %, in variety Favorit — by 14.5 %, in variety Rapan — by 4.2 %, in variety Kurazh there was a slight decrease in this parameter — by 0.8 %. Standard variety Flagman showed stability by the trait "total milled rice", variety Olymp — by "head rice content", variety Rapan by amylographic characteristics.

**Key words:** rice, grain quality, physic and chemical traits, viscosity of grain starch dispersion, overmature standing, nitrogen.

#### Введение

Развитие сельскохозяйственного производства взаимосвязано с распространением высокопродуктивных сортов, отвечающих современным потребительским и технологическим требованиям, наиболее приспособленных к почвенно-климатическим условиям региона [2, 6].

Доля сорта в формировании урожая и его качества может составлять 40–50 %. Технологические признаки качества определяют эффективность переработки зерна риса в крупу и кулинарные достоинства сорта и зависят от условий и технологии возделывания, сроков и способов уборки урожая [4].

Своевременная уборка является одним из критериев получения высокого урожая и качественного

зерна у зерновых культур. Влажность зерна — важный показатель спелости зерна, который определяет способ и срок уборки [8]. Зерно созревает неравномерно, ранняя преждевременная уборка ведёт к получению щуплых неполноценных семян. При запоздалой уборке увеличиваются механические потери от травмирования и осыпания зерна, при этом снижается урожайность зерна и его качество [1].

Оптимальное физиолого-биохимическое состояние растений также приводит к формированию высококачественного зерна, которое обусловлено, в том числе, погодно-климатическими условиями и сбалансированным минеральным питанием [3].

Основными физико-химическими признаками качества риса являются: масса 1000 абсолютно су-

хих зерен, пленчатость, стекловидность, трещиноватость, общий выход крупы и содержание в ней целого ядра, а также амилографические характеристики крахмальной дисперсии зерна риса.

### Цель исследований

Изучение физико-химических признаков качества риса в зависимости от доз азотных удобрений и сроков уборки.

### Материалы и методы

Материалом исследования служили сорта селекции ФГБНУ ВНИИ риса: Флагман (стандарт), Кураж, Олимп, Патриот, Рапан, Фаворит. Сорта были выращены на госсортоучастке Абинского района Краснодарского края при различных дозах азотных подкормок ( $N_{60}$  и  $N_{120}$ ) и в демонстрационном посеве ОПУ ВНИИ риса. Отборы зерна проводили 20.09 и 01.10 в 2018 году.

Массу 1000 а.с. зерен определяли по ГОСТу 10842–89, пленчатость — ГОСТу 10843–76, стекловидность — по ГОСТу 10987–76, трещиноватость — по ГОСТу 10987–76 с помощью диафаноскопа ДСЗ — 3 [7]. Выход крупы оценивали в соответствии с инструкцией к ЛУР-1М. Амилографические характеристики крахмальной дисперсии — на микровискоамилографе Brabender.

### Результаты и обсуждение

По вегетационному периоду сорта риса делятся на раннеспелые, среднеспелые, среднепозднеспелые и позднеспелые.

Сорт *Флагман* относится к среднеспелой группе. Вегетационный период — 115–120 дней. Зерно средней крупности. Отношение длины зерновки к ширине ( $l/b$ ) — 1,9–2,0. Масса 1000 зерен — 28–29 г. Крупа белая, стекловидность — 97 %, пленчатость — 18,0–18,5 %; выход крупы — 70–71 %, содержание целого ядра в крупе — 96–98 %. Реакция на уровень агрофона: Флагман пригоден к любой технологии возделывания, однако, как технологично-интенсивный сорт, для реализации потенциальной продуктивности требует высокий агротехнический фон и внесение повышенных норм минеральных удобрений.

Сорт *Кураж* относится к среднепозднеспелой группе. Вегетационный период — 118–123 дня. Зерновки длинные с отношением длины к ширине ( $l/b$ ) 3,0–3,2. Масса 1000 зерен — 29–31 г, пленчатость — 16–17 %, стекловидность — 97–99 %, выход крупы — 69–70 %, содержание целого ядра в крупе — 90–93 %. Содержание белка в крупе — 7,3–7,5 %, амилозы — 19,0–20,0 %. Индивидуальные особенности: сорт Кураж хорошо отзывается на повышенные дозы азотных удобрений, однако при перекорме увеличивается пустозерность и продолжительность вегетационного периода. Пригоден для возделывания по разным технологиям, в том числе интенсивным.

Сорт *Олимп* относится к среднеспелой группе. Вегетационный период — 120–122 дня. Зерно полукруглой формы, средней крупности. Отношение длины к ширине ( $l/b$ ) — 2,2. Масса 1000 зерен

28–29 г. Выход крупы высокий, в среднем за три года — 72,3 %, в том числе целого ядра — 92 %. Стекловидность — 95,0 %. Индивидуальные особенности: Олимп можно держать с перестоем и убирать прямым комбайнированием. Сорт не требователен к качеству земель, одинаково хорошо удается как на высокоплодородных участках, так и на удовлетворительных землях.

Сорт *Патриот* относится к среднепозднеспелой группе с периодом вегетации 116–120 дней. Масса 1000 зерен 32–33 г, стекловидность 96–98 %, общий выход крупы 73–74 %, целого ядра в крупе 90–92 %.

Сорт *Рапан* относится к среднеспелой группе. Вегетационный период — 115–117 дней. Масса 1000 зерен при стандартной влажности — 28–29 г, пленчатость — 17–19 %, стекловидность — 92–98 %. Общий выход крупы — 69–71 %, содержание целого ядра — 85–90 %. Отличительной особенностью сорта является стабильность качественных показателей крупы и зерна по сезонам вегетации. Рекомендуются для выращивания по интенсивной технологии.

Сорт *Фаворит* относится к среднеспелой группе. Вегетационный период — 110–115 дней. Масса 1000 зерен при стандартной влажности — 34–35 г, стекловидность довольно высокая — 90–95 %, пленчатость — 18–19 %, общий выход крупы — 69–70 %, содержание целого ядра — 80–90 %. Сорт не осыпается при перестое. Реакция на уровень агрофона: Фаворит относится к группе сортов под энергостерегающие технологии выращивания.

Пищевая ценность зерна в большей степени зависит от показателей физико-химических и биохимических признаков и может варьировать под воздействием множества факторов, в частности при недостаточном азотном питании [9]. Проводили оценку по важнейшим технологическим характеристикам массы 1000 а.с.з. и трещиноватости при применении различных доз азотных удобрений. Полученные данные представлены в таблице 1.

Масса 1000 а.с.з. практически не изменялась в зависимости от дозы азота у сортов Кураж, Рапан и Фаворит. У сортов Олимп и Патриот этот показатель увеличивался при  $N_{120}$  на 0,5 и 0,6 г соответственно. У сорта стандарта Флагман при этой же дозе произошло незначительное снижение этого параметра (на 0,6 %). Существенных изменений по признаку «трещиноватость» отмечено не было. При  $N_{120}$  этот показатель снизился на 2 % у сортов Флагман и Фаворит, а у сортов Кураж, Олимп, Патриот и Рапан увеличился на 1, 5, 3 и 4 % соответственно.

Для оценки изменчивости по признакам «масса 1000 а.с.з.» и «трещиноватость» был применен дисперсионный анализ, а точнее его двухфакторная перекрестная модель, позволяющая количественно оценить эффекты (доли влияния) самих факторов, и их взаимодействия.

Было установлено, что фактор «сорт» влияет на изменение массы 1000 а.с. зерен с повышением



**Таблица 1. Технологические признаки качества сортов риса, выращенных на госсортоучастке в Абинском районе при различных дозах азотных удобрений, урожай 2018 гг.**

Сорт	Доза азота, кг/га д.в	Масса 1000 а.с.з., г	Трещиноватость, %
Флагман, st	60	22,6	30
	120	22,0	28
Кураж	60	24,0	7
	120	24,0	8
Олимп	60	20,6	14
	120	21,1	19
Патриот	60	25,4	20
	120	26,0	23
Рапан	60	22,5	40
	120	22,4	44
Фаворит	60	26,7	20
	120	26,8	18
НСР <sub>05</sub>		0,04	0,17

**Таблица 2. Доля вклада факторов в изменение значений признаков**

Источник варьирования	Доля вклада, %	
	масса 1000 а.с. зерен	трещиноватость
Сорт (фактор А)	32,9	32,6
Уровень минерального питания (фактор В)	0,007	0,2
Взаимодействие фактора АВ	0,3	0,5

уровня минерального питания на 32,9 %, трещиноватости — на 32,6 % (табл. 2).

Фактор В влияет на изменение значений массы 1000 а.с. зерен на 0,007 %, а трещиноватости — на 0,16 %.

В результате двухфакторного дисперсионного анализа не выявлено достоверного влияния факторов А (сорт) и В (уровень минерального питания) на изменение признаков «масса 1000 а.с. зерен» и «трещиноватость». В этой связи изучаемые сорта были сгруппированы по признаку «интенсивность». Было сформировано две группы сортов: интенсивные — Флагман и Рапан и полуинтенсивные — Кураж, Олимп, Патриот. Сорт Фаворит не брался в расчет поскольку только он относится к группе экстенсивных. Полученные данные представлены в таблице 3.

Было выявлено, что влияние уровня минерального питания на изменения значений признака «масса 1000 а.с.зерен» было выше в группе интенсивных сортов (4,7 %), а более высокая доля вклада фактора «сорт» — в группе полуинтенсивных сортов (32,4 %). Уровень минерального питания существенно не влиял на изменение значений признака «трещиноватость» как в группе интенсивных, так и в группе полуинтенсивных сортов.

На формирование зерна риса высокого качества особенно сильно оказывают влияние сро-

ки уборки урожая. При уборке в ранние сроки количество невызревшего зерна повышается, а при запаздывании снижается урожайность и качество зерна риса. Оценка по показателям признаков качества в зависимости от сроков уборки представлена в таблице 4.

Масса 1000 а.с.з. всех сортов была выше в отборе 01.10 у сорта стандарта Флагман — на 2 г, у сорта Рапан — на 1 г, у сорта Фаворит — на 2,7 г, у сорта Кураж — на 0,9 г, у сорта Олимп — на 0,4 г, у сорта Патриот — на 1,3 г. Снижение пленчатости в отборе 01.10 наблюдалось у почти у всех изучаемых сортов, у сорта стандарта Флагман — с 19,2 до 18,6 %, у сорта Фаворит с 19,2 до 18,0 %, у сорта Олимп — с 17,8 до 16,6 %, у сорта — с 18,6 до 18,0 %. Исключением стали сорт Рапан и Кураж, этот показатель повысился у них соответственно — с 18,8 до 20,0 % и с 17,6 до 17,8 %. Оценка по признаку «трещиноватость» не выявила значительный изменений в зависимости от срока уборки. Этот показатель варьировал у сортов в отборе 20.09 от 0 % у сорта стандарта Флагман до 9 % у сорта Фаворит, а в отборе 01.10 — от 0 % у сорта Олимп до 12 % у сорта Фаворит. Общий выход крупы у сорта стандарта Флагман практически не изменился в отборах 20.09 и 01.10 и составил 68,6 и 68,4 % соответ-

**Таблица 3. Доля вклада факторов в изменение значений признаков «масса 1000 а.с. зерен» и «трещиноватость» по группам сортов**

Источник варьирования	Доля вклада, %			
	масса 1000 а.с. зерен		трещиноватость	
	группа интенсивных сортов	группа полуинтенсивных сортов	группа интенсивных сортов	группа полуинтенсивных сортов
Сорт (фактор А)	-1,0	32,4	31,6	42,4
Уровень минерального питания (фактор В)	4,7	-0,009	3,7	3,2
Взаимодействие фактора АВ	1,3	-0,1	1,3	0,9

**Таблица 4. Технологические признаки качества сортов риса, выращенных на ОПУ «ВНИИ риса» (пос. Белозерный), урожай 2018 г.**

Сорт	Отбор	Масса 1000 а.с.з., г	Пленчатость, %	Трещиноватость, %	Общий выход крупы, %	Содержание целого ядра, %
Флагман, st	20.09	22,0	19,2	0	68,6	98,5
	01.10	24,0	18,6	8	68,4	90,1
Рапан	20.09	25,3	18,8	2	69,6	99,1
	01.10	26,3	20,0	6	66,8	94,9
Фаворит	20.09	28,1	19,2	9	63,0	92,6
	01.10	30,8	18,0	12	65,2	78,1
Кураж	20.09	22,0	17,6	3	68,2	95,0
	01.10	22,9	17,8	3	69,0	94,2
Олимп	20.09	21,3	17,8	2	67,8	99,7
	01.10	21,7	16,6	0	71,6	99,7
Патриот	20.09	25,3	18,6	4	71,0	99,4
	01.10	26,6	18,0	2	65,6	95,7

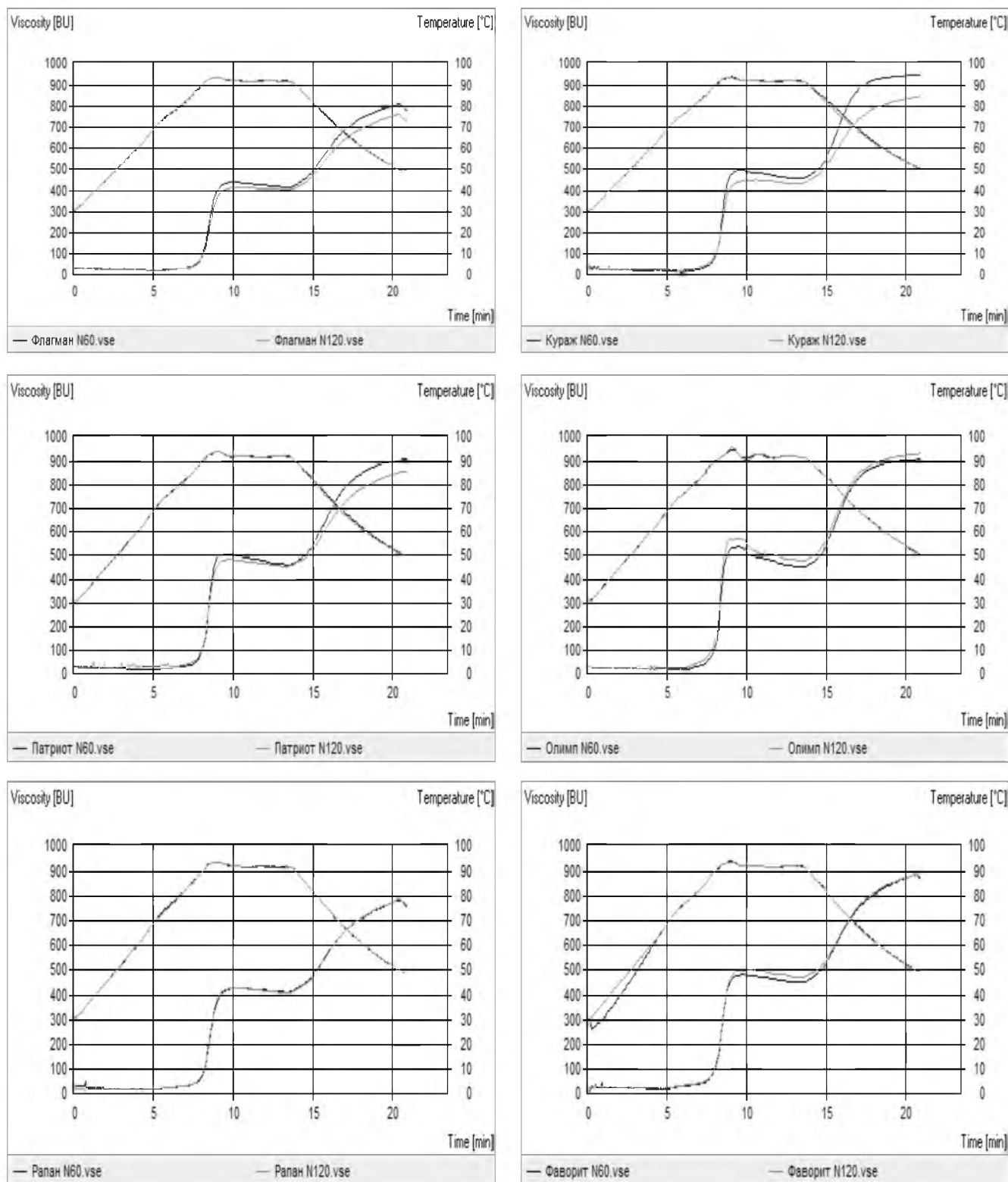
ственно. Этот показатель в отборе 01.10 снизился у сорта Рапан на 2,8 % и на 5,4 % — у сорта Патриот. У сортов Фаворит, Кураж, Олимп наблюдалась тенденция к увеличению общего выхода крупы в отборе 01.10. Это показатель увеличился с 63,0 до 65,2 %, с 68,2 до 69,0 % и с 67,8 до 71,6 % соответственно. Содержание целого ядра значительно снизилось при более позднем отборе у сорта стандарта Флагман — на 8,4 %, у сорта Патриот — на 3,7 %, у сорта Фаворит — на 14,5 %, у сорта Рапан — на 4,2 %, у сорта Кураж наблюдалось незначительное снижение этого параметра — на 0,8 %. Показатель этого признака у сорта Олимп не менялся в зависимости от отбора и составил 99,7 %.

Углеводы являются основной составной частью рисовой зерновки. Различия в амилографических характеристиках обуславливают различия структурных компонентов крахмала [5]. Графики вязкости отражают реакцию на нагревание и охлаждение крахмальной дисперсии зерна риса в за-

висимости от доз азотных подкормок, а также при различных сроках уборки (рис. 1 и 2).

При повышении дозы азотного питания до N<sub>120</sub> показатели амилографических характеристик снизились у сорта стандарта Флагман — максимальная вязкость — на 23 Ед.Бр., вязкость в конце периода охлаждения — на 49 Ед.Бр., у сорта Кураж — на 45 Ед. Бр. и на 126 Ед.Бр., у сорта Патриот — на 28 Ед.Бр. и 63 Ед.Бр. соответственно. Показатели максимальной вязкости и вязкости в конце периода охлаждения имели тенденцию к повышению при повышенной дозе азотного питания и составили соответственно у сорта Олимп — 571 Ед.Бр. и 911 Ед.Бр., у сорта Фаворит — 500 Ед.Бр. и 846 Ед. Бр. Амилографические характеристики крахмальной дисперсии зерна риса сорта Рапан были неизменны при N<sub>60</sub> и N<sub>120</sub>.

Показатели максимальной вязкости и вязкости в конце периода охлаждения снизились при более позднем отборе у сорта стандарта Флагман на 65



**Рисунок 1. Графики вязкости сортов риса в зависимости от дозы удобрений (N<sub>60</sub> и N<sub>120</sub>), урожай 2018 г.**

Ед.Бр. и 26 Ед.Бр., у сорта Патриот — на 33 Ед.Бр. и 72 Ед.Бр. соответственно. У сорта Рапан максимальная вязкость снизилась на 27 Ед.Бр., однако вязкость в конце периода охлаждения незначительно повысилась на 12 Ед.Бр. У сортов Кураж,

Олимп и Фаворит показатели вязкости были ниже в отборе 20.09, максимальная вязкость — на 44 Ед.Бр., на 22 Ед.Бр. и на 41 Ед.Бр. соответственно, вязкость в конце периода охлаждения — на 116 Ед.Бр., на 31 Ед.Бр. и 32 Ед.Бр. соответственно.

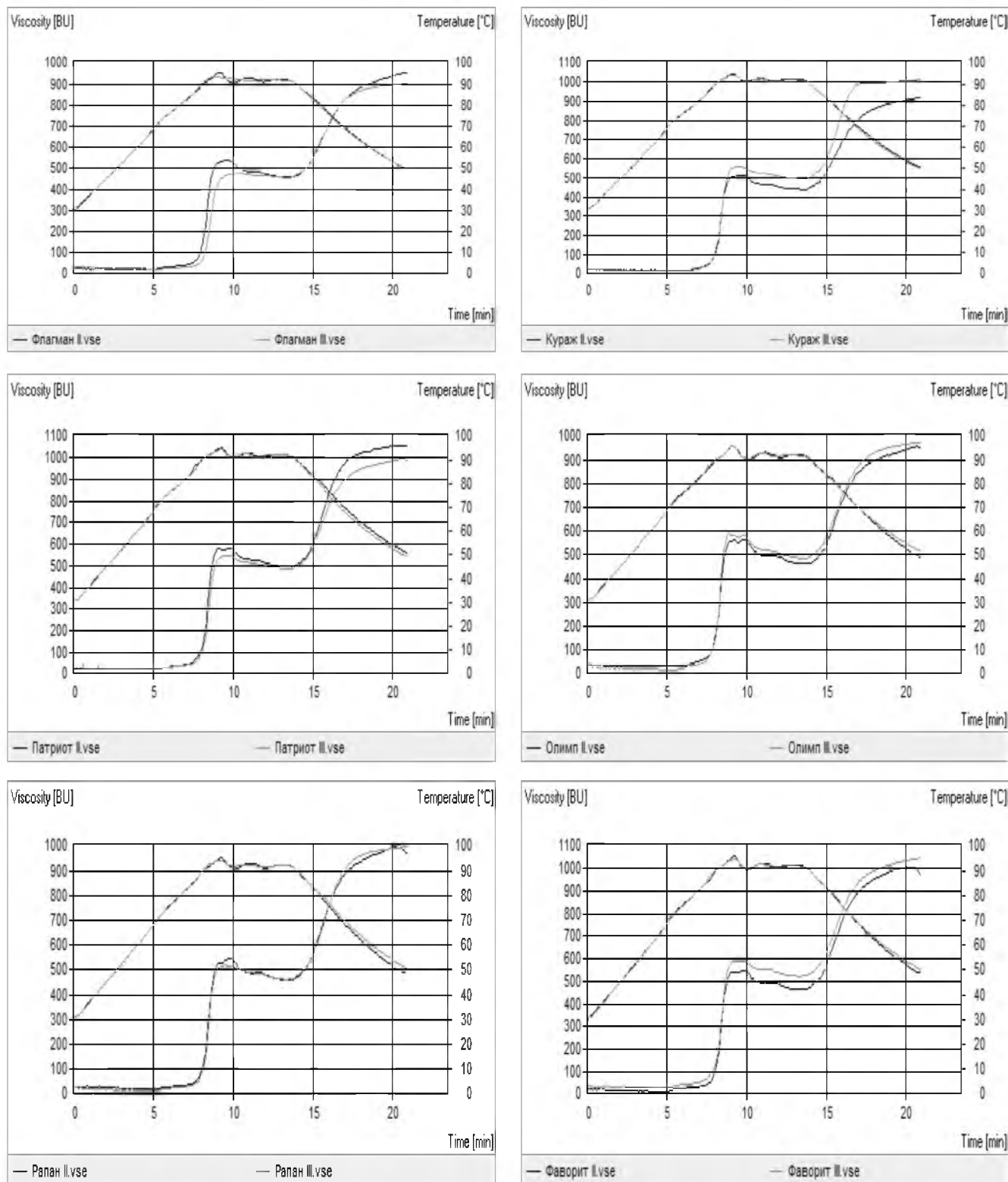


Рис. 2. Графики вязкости в зависимости от сроков уборки, урожай 2018 г.

**Выводы**

Внесение различных доз азота не привело к значительной изменчивости по массе 1000 а.с.з. и трещиноватости. Амилографические характеристики

имели тенденцию к снижению, а, следовательно, к увеличению содержания амилозы, при внесении двойной дозы удобрений у сортов Флагман, Кураж и Патриот. У Олимпа и Фаворита в этом случае

параметры вязкости увеличивались, содержание амилозы снижалось. Амилографические показатели сорта Рапан оставались без изменений.

Уборка в более поздний срок (01.10) привела к увеличению массы 1000 а.с.з., снижению пленчатости (кроме сорта Кураж и Рапан), трещиноватость менялась незначительно. Общий выход крупы увеличился у сортов Фаворит, Кураж, Олимп (на 2,2, 0,8 и 3,8 % соответственно), снизился у сорта Рапан и Патриот, у сорта стандарта Флагман остался практически без изменений. Содержание целого ядра снизилось практически у всех сортов (у сорта Флагман — на 8,4 %, у сорта Патриот — на 3,7 %, у сорта Фаворит — на 14,5 %, у сорта Рапан — на 4,2 %, у сорта Кураж — на 0,8 %), исключением являлся сорт Олимп. Амилографические характери-

стики сортов Флагман и Патриот снизились при уборке 01.10, у сорта Рапан менялись незначительно, у сортов Кураж, Олимп, Фаворит — повысились.

В опыте с различными дозами азотных удобрений был выделен сорт Рапан, который проявил стабильность по всем изучаемым признакам. В опыте с различными сроками уборки реакция сортов была более выраженной. Стабильностью отличался сорт стандарт Флагман по признаку «общий выход крупы», сорт Олимп по признаку «содержание целого ядра», сорт Рапан по амилографическим характеристикам.

*Работа выполнена при поддержке РФФИ и Министерства образования, науки и молодёжной политики Краснодарского края. Грант № 19-416-233013 р\_мол\_а.*

## ЛИТЕРАТУРА

1. Батуева, И. В. Влияние срока уборки и десикации на урожайность и послеуборочное дозревание семян озимой пшеницы в среднем Предуралье / И. В. Батуева., С. Л. Елисеев, Н. Н. Яркова // Известия ОГАУ. — 2014. — № 6(50). — С. 27–30.
2. Зеленский, Г. Л. Новый метод оценки растений риса при селекции на повышение продуктивности / Г.Л. Зеленский, М. В. Шаталова, А. Г. Зеленский // Рисоводство. — 2018. — № 1(38). — С. 15–18.
3. Казарцева, А. Т. Эколого-генетические и агрохимические основы повышения качества зерна / А. Т. Казарцева, А. Х. Шеуджен, Н. Н. Нецадим. — Майкоп: ГУРИПП Адыгея, 2004. — 160 с.
4. Коротенко, Т. Л. Биологические особенности и качество зерна сортов риса отечественной и зарубежной селекции в экологических условиях Кубани / Т. Л. Коротенко, Н. Г. Туманьян, А. А. Петрухненко // Рисоводство. — 2016. — № 1–2 (30–31). — С. 23–33.
5. Кумейко, Т. Б. Оценка сортов, сортообразцов риса по биохимическим, амилографическим и технологическим характеристикам зерновки в целях создания интегральной модели качества / Т. Б. Кумейко, Н. Г. Туманьян, К. К. Ольховая, Г. Л. Зеленский // Научный журнал КубГАУ. — 2015. — №111 (07). — <http://ej.kubagro.ru/2015/07/pdf/91.pdf>
6. Науменко, Н. В. Возможности варьирования технологических свойств зерна пшеницы Уральского региона / Н. В. Науменко, И. В. Калинина, А. В. Паймулина, В. В. Худяков // Вестн. Юж.-Урал. гос. ун-та. Сер. Пищевые и биотехнологии. — 2017. — Т. 5, № 3. — С. 45–51.
7. Национальные стандарты. Зерно. Методы анализа. — М.: Стандартинформ. — 2009. — С. 25.
8. Малкандуев, Х. А. Изменение семенных качеств зерна озимой пшеницы в период послеуборочного дозревания / Х. А. Малкандуев, М. А. Базгиев, А. Х. Малкандуева, Р. И. Шамурзаев, К. Ш. Бадургова // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. — № 2 (88). — 2019. — С. 102–108.
9. Chanchan Zhou, Yuancai Huang, BaoyanJia, Yan Wang, Yun Wang, Quan Xu, Ruifeng Li, Shu Wang 1, Fugen Dou. Effects of cultivar, nitrogen rate, and planting density on reice-grain quality // Agronomy. — 2018. — № 8 (11). — P. 246. DOI:10.3390/agronomy8110246.

### **Элина Юрьевна Папулова**

Ст. науч. сотр. лаборатории качества риса

### **Татьяна Борисовна Кумейко**

Ст. науч. сотр. лаборатории качества риса

### **Ольховая Кнарник Карапетовна**

Мл. науч. сотр. отдела технологии возделывания риса

### **Юлия Владимировна Ткаченко**

Мл. науч. сотр. отдела селекции

Все: ФГБНУ «ВНИИ риса»

Белозерный, 3 Краснодар, 350921, Россия

### **Юлия Владимировна Кумейко**

Ст. науч. сотр. лаборатории интегрированной защиты растений

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт биологической защиты растений»  
п/о 39, ВНИИБЗР, 350039, г. Краснодар, Россия

### **Elina Yurievna Papulova**

Senior scientist of laboratory of rice quality

### **Tatyana Borisovna Kumeiko**

Senior scientist of laboratory of rice quality

### **Knarik Karapetovna Olkhovaya**

Junior scientist of department of rice cultivation technology

### **Yulia Vladimirovna Tkachenko**

Junior scientist of breeding department

All: FSBSI «ARRRI»

Belozerniy, 3 Krasnodar, 350921, Russia

### **Yulia Vladimirovna Kumeiko**

Senior scientist of laboratory integrated plant protection

FGBICU «All-Russian Scientific Research Institute of Biological Plant Protection»  
p/o 39 FGBICU, Krasnodar, 350039, Russia

УДК 58.02:631.5:631.559:631.8.022.3:631.84:633.18:65.011.44

**М. А. Ладатко**, канд. с.-х. наук,  
**И. А. Зеленева**,  
г. Краснодар, Россия**РЕАКЦИЯ НОВЫХ СОРТОВ РИСА НА УРОВЕНЬ АЗОТНОГО ПИТАНИЯ**

Реакция сортов на условия среды носит индивидуальный характер, поэтому элементы агротехники для каждого из них должны подбираться таким образом, что бы обеспечить максимальную урожайность. Одним из основных элементов технологии выращивания риса является внесение минеральных удобрений. Однако для выявления оптимальной дозы удобрений для каждого сорта необходимо закладывать множество вариантов опытов с большим диапазоном и малым шагом. Применение же регрессионного анализа позволяет уменьшить количество вариантов опыта и повысить информативность получаемых данных. В работе приведена реакция 6-ти сортов риса на уровень азотного питания, которая описанная уравнением регрессии, установлена прибавка урожайности от внесения возрастающих доз азота, а также даны рекомендации по целесообразности применения удобрений для каждого из сортов на основе экономической эффективности их использования.

**Ключевые слова:** рис, сорт, доза азота, урожайность, изменчивость, регрессионный анализ, экономическая эффективность.

**REACTION OF NEW RICE VARIETIES ON THE LEVEL OF NITROGEN NUTRITION**

The reaction of varieties to environmental conditions is individual in nature, so the elements of agricultural technology for each of them must be selected in such a way as to ensure maximum yield. One of the main elements of rice growing technology is the application of mineral fertilizers. However, to identify the optimal dose of fertilizer for each variety, it is necessary to lay many options for experiments with a large range and small pitch. The use of regression analysis allows one to reduce the number of experimental options and increase the information content of the obtained data. The work presents the reaction of 6 rice varieties to the level of nitrogen nutrition, which is described by the regression equation, establishes an increase in productivity from increasing doses of nitrogen, and also gives recommendations on the feasibility of using fertilizers for each of the varieties based on the economic efficiency of their use.

**Key words:** rice, variety, nitrogen dose, yield, variability, regression analysis, economic efficiency.

**Введение**

Среди агротехнических мероприятий, направленных на увеличение урожайности риса, важная роль принадлежит азотным удобрениям. Одностороннее применение необоснованно высоких доз азота не только не позволяет реализовать потенциальную урожайность сорта, но и может приводить к негативным последствиям, таким как: израстание и полегание, развитие болезней, увеличение периода вегетации, снижение технологических и посевных качеств семян.

Урожайность риса является интегральной характеристикой, включающей биологические особенности и потенциальные возможности сорта, его реакцию на благоприятные и неблагоприятные факторы условий произрастания растений. В настоящее время создан ряд новых сортов, обладающих высокой потенциальной продуктивностью, устойчивых к неблагоприятным факторам среды и с хорошим качеством зерна. Одним из основных требований, которые необходимо знать о новых сортах, это отзывчивость на уровень минерального питания, так как удобрения играют важную роль в росте и развитии растений и их недостаток в почве приводит к резкому снижению урожая и ухудшению качества. Поэтому знания биологических и агротехнических характери-

стик сорта или гибрида возделываемой культуры являются главным инструментом в руках агронома. Сортотехника позволяет целенаправленно и более масштабно внедрять новые сорта в производство, способствует повышению валовых сборов зерна риса.

**Цель исследований**

Выявить связь между урожайностью и дозой азота, сгруппировать сорта по их реакции на уровень азотного питания.

**Материалы и методы**

В 2017–2018 годах в полевом опыте изучали влияние элементов технологии на урожайность сортов риса селекции ФГБНУ «ВНИИ риса».

Объектами исследований являлись сорта риса: Азовский, Водопад, Наутилус, Рапан, Юбилейный 85, Яхонт и уровни минерального питания, кг д.в./га: без удобрений,  $N_{92}P_{52}$ ,  $N_{138}P_{52}$ ,  $N_{184}P_{52}$ .

Место проведения опыта: рисовая оросительная система ОПУ ФГБНУ «ВНИИ риса». Общая площадь делянки 16,3 м<sup>2</sup>. Повторность опыта — четырехкратная. Расположение вариантов опыта — рендомизированное. Предшественник — рис первого года.

Схема внесения минеральных удобрений в опыте: перед посевом (кроме участка с вариантом без удобрений) внесён аммофос ( $N_{12}P_{50}$ ) в дозе 100 кг/га и

карбамид (N<sub>46</sub>) в дозе 100 кг/га по физической массе. Недостающее, предусмотренное вариантами опыта, количество азота вносилось вручную в виде подкормки карбамидом: в варианте с внесением N<sub>92</sub> в возрасте 2–3 листьев у риса, а в вариантах с внесением N<sub>138</sub> и N<sub>184</sub> равными долями в возрасте 2–3 и 5–6 листьев у риса.

Обработка почвы, режим орошения и уход за посевами риса выполнялись в соответствии с рекомендациями по возделыванию в Краснодарском крае [1].

Посев риса осуществлялся сеялкой WINTER-STEIGER «Ploseed XL» рядовым способом, с последующим прикатыванием поверхности чека.

Опыт был заложен в соответствии с общепринятой методикой полевого опыта [2].

В опыте проводились следующие учеты: густота стояния растений в фазе полных всходов и продуктивный стеблестой перед уборкой урожая; урожайность — методом сплошного обмолота мешочным комбайном DKC-515 с последующим пересчетом на 14 % влажность и 100 % чистоту; урожай и анализ его структуры [3].

Математическая и статистическая обработка полученных в опыте данных была проведена в программе Microsoft Excel [5].

### Результаты и обсуждение

В результате исследований установили, что урожайность, значения которой находятся в широком диапазоне по вариантам опыта (40,8–99,0 ц/га), в среднем по фонам минерального питания варьирует слабо: от 73,9 ц/га у сорта Яхонт и до 79,6 ц/га у сорта Наутилус (табл. 1). Это говорит о том, что правильно подобранные элементы агротехники под каждый сорт позволяют раскрыть его потенциальную урожайность, находящуюся у современных сортов на достаточно высоком уровне.

Анализ зависимости урожайности от внесенной дозы азота показал, что её изменчивость зависит от используемого сорта. Так, у сорта Водопад она находится на среднем уровне (10–20 %), составив 15,7 %. У остальных сортов зафиксирована значительная изменчивость (выше 20 %), которая охватывает диапа-

зон: от 24,3 % у сорта Яхонт до 33,4 % у сорта Рапан. Увеличение изменчивости при возрастающей урожайности от используемых доз азота говорит о высокой отзывчивости сорта к данному виду удобрений.

В зависимости от сорта изменчивость урожайности в вариантах с применением удобрений незначительная (меньше 10 %): N<sub>92</sub> — 3,2 %, N<sub>138</sub> — 3,6 %, N<sub>184</sub> — 4,9 % и только на фоне без удобрений — средняя (V — 14,7 %).

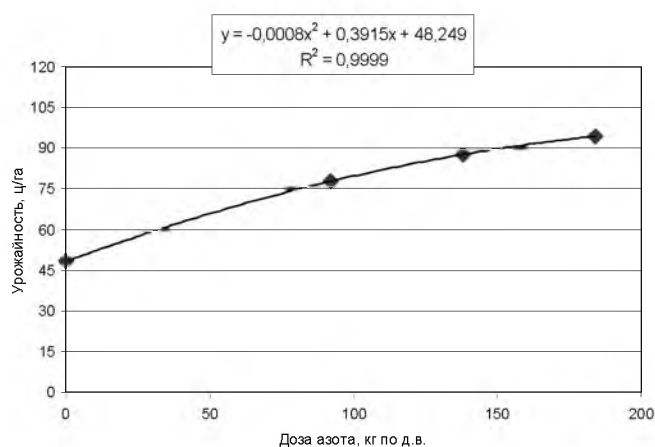
Связь урожайности изучаемых сортов с дозой азотного удобрения подчиняется параболической зависимости и выражается квадратичным уравнением регрессии, описываемой формулой:  $y = -0,0008x^2 + 0,3915x + 48,249$  при аппроксимации R<sup>2</sup> = 0,9999, что считается математически доказанным, так как аппроксимация превышает 0,5 % барьер достоверности для четырех степеней свободы и составляет 0,53 по Стьюденту (рис. 1).

Анализ экономической эффективности выращивания риса показал, что вариация показателей по вариантам опыта находится в широком диапазоне и зависит как от дозы удобрений, так и сорта [4, 6]. Так, с увеличением дозы азота рентабельность возрастала с 52 % (в варианте без внесения удобрений) до 152 % (в варианте с внесением N<sub>184</sub>P<sub>52</sub>) (табл. 2). Сорта по вариабельности показателя от фона минерального питания расположились в следующем порядке: Водопад (16,9 %), Яхонт (35,4 %), Азовский (36,1 %), Наутилус (42,4 %), Юбилейный 85 (47,4 %), Рапан (51,8 %). У большинства сортов значение изменчивости установлено как значительное и только у сорта Водопад — среднее. При этом значительная вариабельность рентабельности по сортам выявлена только на фоне без удобрений (40,8 %), а в вариантах с внесением минеральных удобрений — незначительная (5,8–8,4 %). То есть, для определения изменчивости показателя от дозы вносимого удобрения нужно делать расчёт без «нулевого» варианта. В итоге оказалось, что большинство сортов имеют незначительную изменчивость рентабельности и только у сортов Рапан и Юбилейный 85 выявлена средняя изменчивость. Ранжирование сортов по изменчивости показате-

Таблица 1. Урожайность сортов риса при возрастающих дозах азота, ц/га

Сорт	Доза азота, кг/га				средняя	σ	V, %
	0	92	138	184			
Азовский	49,9	78,4	88,1	94,0	77,6	19,6	25,2
Водопад	61,0	78,2	84,4	88,9	78,1	12,2	15,7
Наутилус	46,2	82,3	90,7	99,0	79,6	23,3	29,2
Рапан	40,8	76,3	89,9	98,8	76,4	25,5	33,4
Юбилейный 85	43,1	77,7	89,3	97,4	76,9	23,9	31,1
Яхонт	48,5	75,0	82,9	89,2	73,9	17,9	24,3
средняя	48,2	78,0	87,5	94,6	77,1		
σ	7,1	2,5	3,2	4,6	1,9		
V, %	14,7	3,2	3,6	4,9	2,5		





**Рисунок 1. Связь урожайности сортов риса с дозой азота**

ля от меньшего к большему: Водопад (4,3 %), Яхонт (8,8 %), Наутилус (8,9 %), Азовский (9,0 %), Юбилейный 85 (12,7 %), Рапан (15,2 %) показывает их отзывчивость на дозу азота. Следовательно, последние сорта относятся к более интенсивному типу, чем первые.

Окупаемость затрат при выращивании риса в среднем по опыту составила 2,2 руб./руб. Внесение минеральных удобрений и дальнейшее увеличение дозы азота приводит к увеличению окупаемости затрат с 1,5 до 2,5 руб./руб. При том, что в общей стоимости затрат на удобрения приходится около 20 %.

Окупаемость единицы азота удобрений урожаем с увеличением дозы азота с 92 до 138 кг д.в./га снижается на 25 %, а со 138 до 184 кг д.в./га ещё на 19 %. При этом, у сортов Водопад и Яхонт внесение дозы азота в количестве 184 кг д.в./га при-

**Таблица 2. Экономическая эффективность выращивания сортов риса**

Сорт	Минеральный фон, кг д.в. на 1 га	Рентабельность, %	Окупаемость затрат, руб./руб.	Окупаемость единицы азота удобрений урожаем (ОкN), кг зерна/ кг N	Агрономическая эффективность использования азота (АЭфN), кг зерна /кг N	Эффективность удобрений от применения 1 кг д.в. в схеме питания, кг зерна /кг удобрения	Эффективность от применения удобрений (разница стоимости прибавки и стоимости удобрений), руб.
Азовский	N <sub>0</sub> P <sub>0</sub>	56,3	1,6	–	–	–	–
	N <sub>92</sub> P <sub>52</sub>	125,8	2,3	85,3	30,3	19,8	42381
	N <sub>138</sub> P <sub>52</sub>	142,9	2,4	63,9	27,3	20,1	57133
	N <sub>184</sub> P <sub>52</sub>	150,5	2,5	51,1	23,6	18,7	65007
Водопад	N <sub>0</sub> P <sub>0</sub>	90,8	1,9	–	–	–	–
	N <sub>92</sub> P <sub>52</sub>	124,7	2,2	85,0	30,1	12,0	23444
	N <sub>138</sub> P <sub>52</sub>	131,1	2,3	61,1	24,5	12,3	33323
	N <sub>184</sub> P <sub>52</sub>	136,0	2,4	48,3	20,9	11,8	37717
Наутилус	N <sub>0</sub> P <sub>0</sub>	47,1	1,5	–	–	–	–
	N <sub>92</sub> P <sub>52</sub>	137,3	2,4	89,5	34,6	25,1	54760
	N <sub>138</sub> P <sub>52</sub>	149,3	2,5	65,7	29,1	23,4	68361
	N <sub>184</sub> P <sub>52</sub>	164,1	2,6	53,8	26,3	22,4	79144
Рапан	N <sub>0</sub> P <sub>0</sub>	29,8	1,3	–	–	–	–
	N <sub>92</sub> P <sub>52</sub>	120,3	2,2	82,9	28,0	24,7	53745
	N <sub>138</sub> P <sub>52</sub>	146,5	2,5	65,1	28,5	25,9	76014
	N <sub>184</sub> P <sub>52</sub>	163,5	2,6	53,7	26,2	24,6	87995
Юбилейный 85	N <sub>0</sub> P <sub>0</sub>	36,9	1,4	–	–	–	–
	N <sub>92</sub> P <sub>52</sub>	124,1	2,2	84,4	29,5	24,0	52221
	N <sub>138</sub> P <sub>52</sub>	146,3	2,5	64,7	28,1	24,3	71429
	N <sub>184</sub> P <sub>52</sub>	160,2	2,6	52,9	25,5	23,0	81889
Яхонт	N <sub>0</sub> P <sub>0</sub>	52,4	1,5	–	–	–	–
	N <sub>92</sub> P <sub>52</sub>	115,5	2,2	81,5	26,6	18,4	38815
	N <sub>138</sub> P <sub>52</sub>	127,4	2,3	60,1	23,5	18,1	51695
	N <sub>184</sub> P <sub>52</sub>	137,9	2,4	48,5	21,0	17,3	59264

водит к неэффективному его использованию, т.е. окупаемость единицы азота удобрений урожаям меньше 50. У остальных сортов: Азовский, Наутилус, Рапан и Юбилейный 85 окупаемость всех используемых доз более 50 кг зерна на 1 кг внесенного азота.

Агрономическая эффективность использования азота, не смотря на то, что с увеличением дозы азота снижалась, тем не менее на всех вариантах опыта была определена как высокая, т.е. больше 15 кг зерна /кг азота.

В схеме питания растений в вариантах, где предусматривалось внесение минеральных удобрений, помимо азота присутствовал фосфор, поэтому важно знать, насколько изменилась эффективность их использования при расчете на каждый килограмм удобрения. В результате было установлено, что за два года исследований у большинства сортов наибольшая эффективность удобрений была отмечена при внесении минеральных удобрений в дозе  $N_{138}P_{52}$ , а у сортов Яхонт и Наутилус —  $N_{92}P_{52}$ . При этом разница стоимости прибавки и стоимости удобрений с увеличением дозы азота с 92 до 138 кг д.в./га возрастала на 35 %, а со 138 до 184 кг д.в./га ещё на 15 %. Наибольшая разница была отмечена у сортов: Рапан, Юбилейный 85 и Наутилус.

#### Выводы

1. У всех сортов, кроме Водопада, установлена значительная изменчивость урожайности от вно-

симых доз азота, диапазон которой составил от 24,3 % у сорта Яхонт до 33,4 % у сорта Рапан.

2. Установлена связь урожайности изучаемых сортов с дозой азотного удобрения, которая выражается квадратичным уравнением регрессии:  $y = -0,0008x^2 + 0,3915x + 48,249$ .

3. По результатам окупаемости единицы азота удобрений урожайам установлено, что у сортов Водопад и Яхонт внесение дозы азота в количестве 184 кг д.в./га приводит к неэффективному его использованию. У остальных сортов (Азовский, Наутилус, Рапан и Юбилейный 85) все предусмотренные вариантами опыта дозы азота обеспечили окупаемость более 50 кг зерна на 1 кг внесенного азота.

4. Агрономическая эффективность использования азота в среднем по фоновым питанием составила: у сорта Азовский — 27,1, Водопад — 25,1, Наутилус — 30,0, Рапан — 27,6, Юбилейный 85 — 27,7, Яхонт — 23,7.

5. Наибольшая эффективность удобрений от применения 1 кг д.в. в схеме питания у большинства сортов за два года исследований была отмечена при внесении  $N_{138}P_{52}$ , а у сортов Яхонт и Наутилус —  $N_{92}P_{52}$ .

6. Эффективность от применения удобрений в среднем по фоновым питанием составила: у сорта Азовский — 54840 руб., Водопад — 31495 руб., Наутилус — 67422 руб., Рапан — 72585 руб., Юбилейный 85 — 68513 руб., Яхонт — 49925 руб.

#### 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. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. — М.: Агропромиздат. — 1985. — 351 с.
3. Сметанин, А. П. Методики опытных работ по селекции, семеноводству, семеноведению и контролю за качеством семян риса / А. П. Сметанин, В. А. Дзюба, А. И. Апрод. — Краснодар: Краснодарское кн. изд-во. — 1972. — 156 с.
4. Трубилин, И. Т. Экономическая и агроэкологическая эффективность удобрений / И. Т. Трубилин, А. Х. Шеуджен, В. Г. Сычев. — Краснодар: КубГАУ. — 2010. — 114 с.
5. Шеуджен, А. Х. Агрохимия. Ч.2. Методика агрохимических исследований: уч. пособие / А. Х. Шеуджен, Т. Н. Бондарева. — Краснодар: КубГАУ, 2015. — 703 с.
6. Dobermann, A. Rice: Nutrient Disorders and Nutrient Management / A. Dobermann, T. H. Fairhurst. — Singapore. Makati City: Potash and Phosphate Institute. International Rice Research Institute, 2000. — P. 155–160.

#### Максим Александрович Ладатко

Ведущий науч. сотр. лаборатории сортовой агротехники и паспортизации сортов риса

#### Ирина Александровна Зеленева

Младший науч. сотр. лаборатории сортовой агротехники и паспортизации сортов риса

Все: ФГБНУ «ВНИИ риса»

Белозерный, 3 Краснодар, 350921, Россия

E-mail: arri\_kub@mail.ru

#### Maxim A. Ladatko

Leading researcher, laboratory of varietal agricultural technology and certification of rice varieties

#### Irina A. Zeleneva

Junior researcher, laboratory of varietal agricultural technology and certification of rice varieties

All: FSBSI «ARRRI»

Belozerniy, 3 Krasnodar, 350921, Russia

E-mail: arri\_kub@mail.ru

УДК 633.18:581

**Е. М. Харитонов**, академик РАН,  
**Н. А. Очкас**, канд. с.-х. наук,  
**Ю. К. Гончарова**, д-р биол. наук,  
**В. А. Шелег**,  
 г. Краснодар, Россия

### СОРТА РИСА ДЛЯ ОРГАНИЧЕСКОГО И ТРАДИЦИОННОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Органическое сельское хозяйство активно развивается в мире и начинает развиваться в России. По прогнозам, к 2020 году рынок органических продуктов достигнет 200–250 миллиардов долларов, его темпы роста в развитых странах составляют 20–30 % в год. В среднем цена на продукты, выращенные по технологиям органического земледелия на 50 % выше, что делает переход на эти технологии привлекательным для многих производителей. В полевом опыте изучали факторы: а) сорт; б) доза азотных удобрений; в) норма высева; г) год. Повторность четырехкратная. Рассматривая реакцию сортов на различных интервалах доз вносимого азотного удобрения установили, что лидирующее положение на фоне без внесения удобрений занимает сорт Водопад, 61 ц/га при средней по опыту урожайности 48,2 ц/га. За ним следует сорт Азовский — 49,9 ц/га, Яхонт — 48,5 ц/га. Урожайность ниже среднего отметили у сортов: Наутилус — 46,2 ц/га, Юбилейный 85 — 43,1 ц/га и Рапан — 40,8 ц/га. В среднем, сорта без внесения минеральных удобрений снизили урожайность в опыте на 49 %, при этом у интенсивных сортов этот показатель составил 56 % (варьирование от 53,33 % до 58,71 %). У сорта Водопад урожайность снизилась на 31,38 %. То есть использование специализированных сортов для органического земледелия уже сейчас способно повысить рентабельность органического производства в полтора раза. Возделывание сорта Водопад в условиях среды способных обеспечить урожайность до 65 ц/га и Наутилуса в условиях среды от 70 до 100 ц/га позволят повысить урожайность риса, в сравнении со стандартом (Рапан), в среднем на 14,6 ц/га: за счет Водопада — на 24,1 ц/га и Наутилуса — на 2,4 ц/га. Средняя по опыту окупаемость 1 кг азотного удобрения — 23 кг зерна риса, зафиксировано снижение отклика при увеличении дозы удобрения: с 32 кг зерна на интервале от  $N_0$  до  $N_{92}$ , до 21 кг — от  $N_{92}$  до  $N_{138}$ , и 15 кг — от  $N_{138}$  до  $N_{184}$ .

**Ключевые слова:** рис, сорт, фон минерального питания, органическое и традиционное земледелие.

### RICE VARIETIES FOR ORGANIC AND TRADITIONAL FARMING

Organic agriculture is actively developing in the world and is beginning to develop in Russia. According to forecasts, by 2020, the market of organic products will reach 200–250 billion dollars, its growth rate in developed countries is 20–30 % per year. On average, the price of products grown using organic farming technologies is 50 % higher, which makes the transition to these technologies attractive for many producers. In the field, the experience studied factors: a) grade; b) the dose of nitrogen fertilizers; c) seeding rate; d) year. Repeat four times. Considering the reaction of varieties at various intervals the doses of applied nitrogen fertilizer found that the leading position on the background without fertilizers is a Waterfall, 61 kg/ha while the average for the experience yield of 48.2 t/ha, followed by the Azov — 49.9 kg/ha, the Yakhont was 48.5 t/ha. Below average formed yield: Nautilus — 46.2 t/ha, an Anniversary 85 — 43.1 kg/ha and RAPAN of 40.8 C/ha. on average, varieties without application of mineral fertilizers reduced yield in the experiment 49 %, in this intensive varieties, the figure was 56 % (variation from 53.33 % to 58.71 %). The yield of the Waterfall variety decreased by 31.38 %. That is, the use of specialized varieties for organic farming is already able to increase the profitability of organic production by one and a half times. The cultivation of varieties in Waterfall environments able to provide a yield of 65 t/ha and Nautilus in the environment from 70 to 100 kg/ha will allow to increase rice yield in comparison with standard (RAPAN), averaging 14.6 t/ha: by a Waterfall — 24.1 t/ha and Nautilus to 2.4 t/ha. Average experience the payback of 1 kg of nitrogen fertiliser — 23 kg grain rice recorded a decrease of response with increasing doses of fertilizer: with 32 kg of grain in the range from  $N_0$  to  $N_{92}$ , up to 21 kg from  $N_{92}$  to  $N_{138}$ , and 15 kg — up from  $N_{138}$  to  $N_{184}$ .

**Key words:** rice, variety, mineral nutrition background, organic and traditional farming.

#### Введение

Все возрастающие объемы применения минеральных удобрений и пестицидов приносят серьезный вред здоровью населения и окружающей среде [1, 2]. Избыточное внесение удобрений приводит к потере более 2,5 миллиардов долл. в год, эрозии почв и другим экологическим проблемам, в том числе кислотным дождям и парниковому эффекту [3–5]. В последнее время в мире наметилась

тенденция к переходу на технологии выращивания сельскохозяйственных растений рассчитанные на сокращение норм внесения минеральных удобрений, повышение роли биологических факторов (севооборотов, биопрепаратов, регуляторов роста, сидеральных культур, компостов и других органических удобрений), на сорта, адаптированные для таких условий [6–7]. Во многих работах продемонстрировано управление сельскохозяйственным

производством в растениеводстве без использования химикатов или с использованием их минимального количества [8–10]. Показана возможность получения сопоставимой прибыли при традиционном и органическом земледелии [11–13]. Урожайность культур при переходе на природосберегающие технологии снижается, этот период в среднем составляет 4–5 лет [14–15]. В первый год это снижение составляет от 56 до 64 % от контрольного варианта, но затем по мере увеличения почвенного плодородия, урожайность при различных технологиях земледелия становятся близкой [16–21]. Отмечено что технологии органического земледелия (ТОЗ) обеспечивают получение более стабильного урожая, особенно в стрессовых условиях, например, засухи [22].

Низкая эффективность ТОЗ в первые годы применения объясняется дефицитом питания, так как питательные вещества органических удобрений переходят в доступную для растений форму медленно, другой причиной может быть конкуренция за питание с сорняками, особенно напряженная в первые годы [13, 15, 23].

Урожайность органических систем земледелия с использованием бобовых, способных к азотфиксации, была эквивалентна, а в отдельных случаях выше, чем при традиционной системе [14, 21, 24]. Через несколько лет использования ТОЗ плодородие почв повышается за счет перехода компонентов органических удобрений в более устойчивый гумус, который служит резервуаром питательных веществ [2, 3, 19]. Севообороты являются важным агротехническим и биологическим средством восстановления плодородия почвы и приобретают еще большее фитосанитарное значение в ТОЗ [6]. В органическом земледелии севообороты должны составляться с учетом следующих факторов: возможности применения органических удобрений под отдельные сельскохозяйственные культуры, биологических особенностей чередуемых культур в агроценозах, максимального насыщения севооборота бобовыми растениями, использования зеленого удобрения, повышения естественного плодородия почв [25].

Органическое сельское хозяйство активно развивается в мире. Объем мирового рынка экологической продукции оценивался в 2002г. в 25 млрд. долл. в год. По прогнозам, к 2020 году он достигнет оборота в 200–250 млрд. долл. в год [7]. По данным «Organic Monitor» (организации, занимающейся маркетинговыми исследованиями в сельском хозяйстве) темпы его роста в развитых странах составляют 20–30 %. Оборот органической продукции по сравнению с 1999 г. увеличился более чем в 5 раз. Основная масса органической продукции реализуется в высокоразвитых странах мира. В частности, около 78 % общего потребления приходится на страны Западной Европы и Северной Америки. Высокий уровень потребления органической про-

дукции на душу населения в: Швейцарии, где средние расходы на органические продукты питания в расчете на одного жителя составляют 221 евро в год, Дании — 162 евро, Люксембурге — 164 евро. Так же большие рынки органической продукции в США, Германии, Франции [9].

В среднем цена на продукты, выращенные по технологиям органического земледелия на 20–50 % выше, что делает переход на эти технологии привлекательным для многих производителей, однако значительное снижение урожайности культур при их использовании во многом нивелирует ценовые преимущества [8].

Повысить доходность органического земледелия может использование специализированных сортов для органического земледелия, такие сорта способны более эффективно использовать имеющиеся в почве питательные элементы [26]. По сути дела необходимо создавать новое направление селекционной работы: создание сортов для органических технологий возделывания. Последние 50 лет создавались сорта, с высокой отзывчивостью на уровень минерального питания, они в большинстве своем формируют корневую систему, рассчитанную на потребление легкодоступных форм азота, фосфора и т.д. [27–28]. При снижении дозы удобрений урожайность таких сортов падает на 30 и более процентов. Важно также учитывать, что отзывчивые на высокий фон минерального питания сорта, как правило, менее устойчивы к воздействию различных стрессовых факторов [29–30]. Для оценки эффективности минерального питания перспективных сортов используются многофакторные полевые опыты, статистическую обработку которых проводят как с использованием многомерных методов, так и регрессионного анализа [31–32].

### **Цель исследования**

Выявить сорта риса для органического и традиционного земледелия, оценить снижение продуктивности изучаемого селекционного материала, установить варьирование урожайности сортов при воздействии различных факторов. Использовали сорта группы среднезерных и крупнозерных.

### **Материалы и методы**

В полевом четырехфакторном опыте изучали факторы: а) Сорт: Азовский, Водопад, Наутилус, Юбилейный 85, Яхонт и стандарт Рапан; б) Дозы азотных удобрений:  $N_{92}$ ,  $N_{138}$ ,  $N_{184}$  и контроль  $N_0$ ; в) Норма высева: 4, 6 и 8 млн. зерен на гектар; г) Год: 2017 и 2018. Повторность четырехкратная, расположение вариантов систематическое, учетная площадь делянки 12 м<sup>2</sup>. Статистическую обработку данных проводили с использованием дисперсионного и регрессионного анализов, уровень значимости аппроксимации определяли по (Стьюденту) [31]. Отклик урожайности сорта определяли по коэффициенту линейной регрессии связи её с дозами вносимых азотных удобрений.

### Результаты и обсуждение

В полевом четырехфакторном опыте изучали перспективные сорта риса с целью определения их реакции на изучаемые факторы. Рассмотрев, детально реакцию изучаемых сортов риса на воздействие факторов в год возделывания установили, что все сорта значительно изменяют урожайность  $V > 20\%$ , кроме Водопада, который характеризуется средней изменчивостью по признаку  $10\% < V < 20\%$ , сорт Яхонт занимал промежуточное положение (табл. 1).

Можно сделать вывод, что самая стабильная по годам урожайность  $V = 15,7\%$ , ( $78,1 \pm 8,65$  ц/га), формируется у сорта Водопад, за ним следует — Яхонт  $V = 20,0\%$ , ( $73,9 \pm 10,46$  ц/га), более требовательные к условиям года возделывания сорта: Азовский  $V = 21,1\%$ , ( $77,6 \pm 11,61$  ц/га), Наутилус ( $79,6 \pm 13,44$ ), Рапан ( $76,4 - 12,94$  ц/га) —  $V = 23,9\%$ , и самый требовательный Юбилейный 85  $V = 26\%$  ( $76,9 \pm 14,13$  ц/га).

Среди изучаемых в опыте факторов максимальная изменчивость ( $V 26,5\%$ ) урожайности риса при различных дозах внесения азотных удобрений, но сорта риса реагируют на этот фактор по-разному (табл. 2).

Наибольшая изменчивость  $V = 33,4\%$  наблюдается у сорта Рапан, на втором месте  $V = 31,1\%$  Юбилейный 85, третье место принадлежит сорту

Наутилус —  $V 29,2\%$ , следом идет Азовский  $V = 25,2\%$ , затем Яхонт  $V = 24,3\%$  и замыкает этот список Водопад  $V = 15,7\%$ .

В среднем сорта без внесения минеральных удобрений снизили урожайность в опыте на  $49,05\%$ , при этом у интенсивных сортов (Рапан, Юбилейный 85, Наутилус) этот показатель составил  $55,93\%$  (варьирование от  $53,33\%$  до  $58,71\%$ ). У сорта Водопад урожайность снизилась на  $32\%$ . Другими словами использование специализированных сортов для органического земледелия, уже сейчас способно обеспечить дополнительное получение более  $20$  ц/га зерна риса и повысить рентабельность производства в полтора раза.

В таком же порядке располагаются изучаемые сорта по средней окупаемости прибавки зерна риса каждого вносимого килограмма азотных удобрений (отклик), соответственно:  $32, 30, 29, 24, 22$  и  $15$  кг зерна/кг удобрений.

Рассматривая более детально, реакцию сортов на различных интервалах доз вносимого азотного удобрения установили, что лидирующее положение на фоне без внесения удобрений занимает Водопад,  $61$  ц/га при средней по опыту урожайности  $48,2$  ц/га. За ним следует Азовский —  $49,9$  ц/га, Яхонт —  $48,5$  ц/га. Ниже среднего сформировали урожай: Наутилус —  $46,2$  ц/га, Юбилейный 85 —  $43,1$  ц/га и Рапан —  $40,8$  ц/га (табл. 3). Отклик уро-

Таблица 1. Урожайность изучаемых сортов риса в годы исследования

Сорт	Урожайность, ц/га			Показатели изменчивости		
	2017	2018	Среднее	V %	S <sub>x</sub>	S
Азовский	66,0	89,2	77,6	21,1	11,61	16,42
Водопад	69,5	86,8	78,1	15,7	8,65	12,23
Наутилус	66,1	93,0	79,6	23,9	13,44	19,01
Рапан	63,5	89,4	76,4	23,9	12,94	18,30
Юбилейный 85	62,7	91,0	76,9	26,0	14,13	19,98
Яхонт	63,4	84,4	73,9	20,0	10,46	14,80
Среднее	65,2	88,9	77,1	21,8	11,87	16,79

Примечание:  $V^*$  — коэффициент вариации;  $S_x^{**}$  — ошибка средней;  $S^{***}$  — дисперсия.

Таблица 2. Урожайность сортов риса при различных дозах удобрения

Сорт	Урожайность, ц/га						Показатели изменчивости		
	0	92	138	184	Среднее	Отклик	V, %	S <sub>x</sub>	S
Азовский	49,9	78,4	88,1	94,0	77,6	0,24	25,2	9,8	19,6
Водопад	61,0	78,2	84,4	88,9	78,1	0,15	15,7	6,1	12,2
Наутилус	46,2	82,3	90,7	99,0	79,6	0,29	29,2	11,6	23,3
Рапан	40,8	76,3	89,9	98,8	76,4	0,32	33,4	12,8	25,5
Юбилейный 85	43,1	77,7	89,3	97,4	76,9	0,30	31,1	12,0	23,9
Яхонт	48,5	75,0	82,9	89,2	73,9	0,22	24,3	9,0	17,9
Среднее	48,2	78,0	87,5	94,6	77,1	0,25	26,5	10,2	20,4

**Таблица 3. Отклик урожайности сортов риса на внесение 1 кг минеральных удобрений на различных интервалах их доз**

Сорт	Отклик урожайности, ц/га				
	0	0–92	92–138	138–184	Среднее
Азовский	49,9	0,31	0,21	0,13	0,22
Водопад	61,0	0,19	0,13	0,10	0,14
Наутилус	46,2	0,39	0,18	0,18	0,25
Рапан	40,8	0,39	0,30	0,19	0,29
Юбилейный 85	43,1	0,38	0,25	0,18	0,27
Яхонт	48,5	0,29	0,17	0,14	0,20
Среднее	48,2	0,32	0,21	0,15	0,23

жайности сорта на внесение удобрений определяли по коэффициенту линейной регрессии связи её с дозами вносимых азотных удобрений.

Выше среднего (32 кг) прибавкой зерна на килограмм вносимых удобрений в интервале от  $N_0$  до  $N_{92}$  обладают сорта: Наутилус и Рапан — по 39 кг, Юбилейный 85 — 38 кг. У остальных сортов отклик ниже среднего: Азовский — 31 кг, Яхонт — 29 кг.

На интервале от  $N_{92}$  до  $N_{138}$  выше среднего (21 кг) формируют прибавку сорта риса: Рапан — 30 кг и Юбилейный 85 — 25 кг, на уровне среднего — Азовский — 21 кг, остальные сорта — ниже среднего: Наутилус — 18 кг и Яхонт — 17 кг.

На интервале от  $N_{138}$  до  $N_{184}$  откликом урожайности на 1 кг вносимых азотных удобрений выше среднего (15 кг) характеризуются Рапан — 19 кг, Юбилейный 85 и Наутилус по 18 кг. Эти сорта рекомендуем использовать для интенсивной технологии возделывания. Сорта — Яхонт (14 кг) и Азовский (13 кг) характеризуются откликом ниже среднего по опыту.

У сорта Водопад на всех изучаемых интервалах доз азотных удобрений наблюдается минимальный отклик или окупаемость удобрений: от  $N_0$  до  $N_{92}$  — 19 кг, от  $N_{92}$  до  $N_{138}$  — 13 кг и от  $N_{138}$  до  $N_{184}$  10 кг. Этот сорт больше подходит для энергосберегающих или органических технологий возделывания.

По отзывчивости на азотное питание все сорта уступают принятому в нашем опыте стандарту Рапан, кроме Наутилуса на интервале от  $N_0$  до  $N_{92}$ .

При средней по опыту окупаемости 1 кг вносимого азотного удобрения 23 кг зерна риса на изучаемом наборе сортов зафиксировано снижение отклика при увеличении дозы удобрения: с 32 кг зерна на интервале от  $N_0$  до  $N_{92}$ , до 21 кг — от  $N_{92}$  до  $N_{138}$ , и 15 кг — от  $N_{138}$  до  $N_{184}$ . Подобное снижение наблюдается у всех сортов, кроме Наутилуса, у которого зафиксирован практически одинаковый отклик урожайности 18 кг на интервалах от  $N_{92}$  до  $N_{138}$  и от  $N_{138}$  до  $N_{184}$  (рис. 1).

Объединив изучаемые факторы: год, нормы высева и дозы азотных удобрений в один —

условия среды, определили реакцию сортов на изменение последнего. В качестве единицы измерения выбрали урожайность среднестатистического сорта при выращивании в различных вариантах условий среды и установили функциональную связь урожайности конкретных сортов с условиями возделывания, описываемую уравнениями регрессии.

У сортов Рапан, Азовский, Водопад, Наутилус и Яхонт отмечена квадратичная зависимость соответственно:  $y = -0,0038x^2 + 1,769x - 35,485$ , при достоверности аппроксимации  $R^2 = 0,99$ ;  $y = 0,0024x^2 + 0,6132x + 14,97$  при  $R^2 = 0,9888$ ;  $y = 0,0041x^2 + 0,0293x + 49,579$  при  $R^2 = 0,9707$ ;  $y = -0,004x^2 + 1,7316x - 28,395$  при  $R^2 = 0,9862$  и  $y = 0,0012x^2 + 0,6968x + 12,174$  при  $R^2 = 0,9919$ . У сорта Юбилейный 85 наблюдается линейная зависимость  $y = 1,1669x - 13,086$  при  $R^2 = 0,9956$ . Связь урожайности всех изучаемых сортов риса с условиями среды математически доказана на 99 % уровне значимости, т. к. достоверность аппроксимации  $R^2$  0,97–0,99 для 22 степеней свободы, близка к функциональной зависимости.

По уравнениям регрессии определили расчетную урожайность зерна изучаемых сортов риса в заданных параметрах условий среды (табл. 4). Условия среды в данном случае это комплекс факторов, которые определяют формирование заданной урожайности.

В результате анализа установили, что в условиях среды от 25 до 100 ц/га средняя урожайность изучаемых сортов превосходит стандарт: Водопад — на 11,4 ц/га; Азовский — 5,8 ц/га; Наутилус — 3,9 ц/га; Яхонт 2,9 ц/га и Юбилейный 85 — на 1,7 ц/га. Причем превышение урожайности над стандартом всех сортов, наблюдается в условиях среды до 55 ц/га. При условиях среды 60 ц/га уступает стандарту Юбилейный 85, при 65 ц/га — уступают Юбилейный 85 и Яхонт. При условиях 70 ц/га превышение над стандартом зафиксировано у Наутилуса 3,5 ц/га и Водопада — 2 ц/га, с дальнейшим улучшением условий среды до 95 ц/га превышение сохраняется у Наутилуса, а в условиях до 100 ц/га и Юбилейного 85.

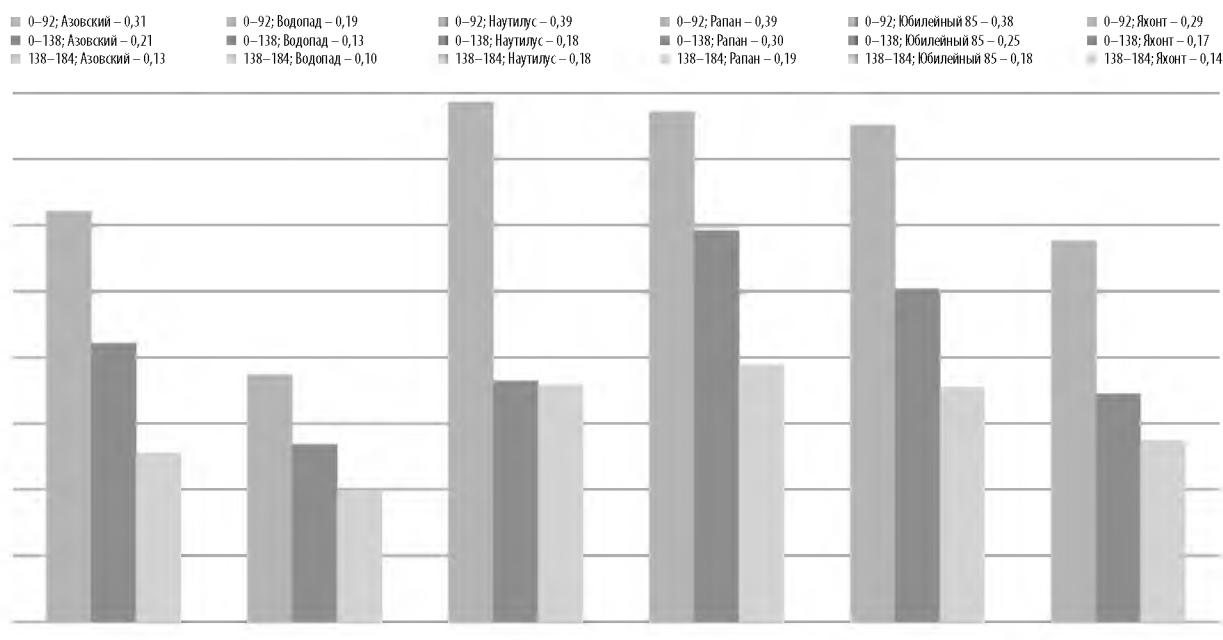


Рисунок 1. Отклик урожайности сортов на внесение на 1 кг минеральных удобрений на различных интервалах доз

Таблица 4. Расчетная урожайность изучаемых сортов риса в заданных параметрах условий среды

Условия среды	Сорт					
	Рапан	Азовский	Водопад	Наутилус	Юбилейный 85	Яхонт
25	6,4	31	52,9	12,4	16,1	30,3
30	14,2	35	54,1	20,0	21,9	34,2
35	21,8	39	55,6	27,3	27,8	38,0
40	29,2	43	57,3	34,5	33,6	42,0
45	36,4	47	59,2	41,4	39,4	46,0
50	43,5	51	61,3	48,2	45,3	50,0
55	50,3	56	63,6	54,7	51,1	54,1
60	57,0	60	66,1	61,1	56,9	58,3
65	63,4	65	68,8	67,3	62,8	62,5
70	69,7	69	71,7	73,2	68,6	66,8
75	75,8	74	74,8	79,0	74,4	71,2
80	81,7	79	78,2	84,5	80,3	75,6
85	87,4	84	81,7	89,9	86,1	80,1
90	92,9	89	85,4	95,0	91,9	84,6
95	98,3	94	89,4	100,0	97,8	89,2
100	103,4	100,3	93,5	104,8	103,6	93,9
Среднее	58,2	64,0	69,6	62,1	59,9	61,1

### Выводы

1. При грамотном распределении сортов в различных условиях среды все изучаемые сорта риса могут найти свою нишу;

2. Изменчивость урожайности, обусловленная изучаемыми факторами составляет: доза азотных удо-

брений V — 26,5 %, год V — 21,8 %, сорт V — 2,5 % и норма высева V — 2,2 %. Низкая изменчивость при воздействии двух последних факторов, объясняется разнонаправленностью реакции на их воздействие.

3. Возделывание Водопада в условиях среды от 25 до 65 ц/га и Наутилуса в условиях от 70 до

100 ц/га позволят повысить урожайность риса, в сравнении со стандартом (Рапан), в среднем на 14,6 ц/га: за счет Водопада — на 24,1 ц/га и Наутилуса — на 2,4 ц/га;

4. Сорт Водопад менее всего требователен к условиям среды, следовательно, более всех пригоден к системе органического земледелия.

5. Средняя по опыту окупаемость 1 кг азотного удобрения 23 кг зерна риса, зафиксировано сни-

жение отклика при увеличении дозы удобрения: с 32 кг зерна на интервале от  $N_0$  до  $N_{92}$ , до 21 кг — от  $N_{92}$  до  $N_{138}$ , и 15 кг — от  $N_{138}$  до  $N_{184}$ .

6. При фоне минерального питания в интервале от  $N_{138}$  до  $N_{184}$  откликом урожайности на 1 кг вносимых азотных удобрений выше среднего характеризуются сорта: Рапан 19 кг, Юбилейный 85 и Наутилус по 18 кг. Эти сорта рекомендуем использовать для интенсивной технологии возделывания.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Воронкова, Н. А. Агроэкологическая оценка влияния предшественников на элементы плодородия чернозема выщелоченного и урожайность яровой мягкой пшеницы / Н. А. Воронкова, О. Ф. Хамова // Вестник Алтайского гос. аграрного ун-та. 2009, 5: 24–29.
2. Доброхотов, С. А. Использование сортов, сидератов, минеральных удобрений, микроэлементов и биопрепаратов для повышения урожайности озимых зерновых в органическом земледелии / С. А. Доброхотов, А. И. Анисимов // В сб.: Развитие земледелия в Нечерноземье: проблемы и их решение Сборник трудов по итогам международной научно-практической конференции, 2016: 119–124.
3. Ковалев, Н. Г. Органические удобрения в XXI веке (Биоконверсия органического сырья) / Н. Г. Ковалев, И. Н. Барановский: Монография. — Тверь: Чудо. — 2006. — 304 с.
4. Кондратьева, И. В. Эко-сертификация: путь к ответственному биорынку / И. В. Кондратьева, А. В. Ходус // Бюллетень центра экологической политики России «На пути к устойчивому развитию России», 2004, 28: 7–9.
5. Марцинкявичене, А. Влияние севооборотов, промежуточных посевов и органических удобрений на ферментативную активность почвы и содержание гумуса в органическом земледелии / А. Марцинкявичене, В. Богужас, С. Балните, Р. Пупалене, Р. Величка // Почвоведение, 2013, 2: 219–225 (doi: 10.7868/S0032180X1302010X).
6. Полушкина, Т. М. Органическое сельское хозяйство в системе устойчивого развития сельских территорий / Т. М. Полушкина // Проблемы теории и практики управления. Международный журнал, 2016, 3: 133–142 (doi:10.17513/fr.42150).
7. Старовойтова, Н. П. Органическое земледелие в России: плюсы и минусы. Н. П. Старовойтова // Бизнес. Образование. Право. Вестник Волгоградского института бизнеса. 2015, 4 (33): С. 226–230.
8. Тюрин, В. В. Дискриминантный анализ в биологии / В. В. Тюрин, С. Н. Щеглов. — Краснодар, 2015. — 126 с.
9. Уваров, Р. А. Результаты исследований потерь питательных веществ при биоконверсии подстилочного птичьего помета в биоферментационной установке камерного типа / Р. А. Уваров // Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства, 2015, 86: 139–147.
10. Харитонов, Е. М. Перспективные направления селекции на адаптивность к стрессам и повышение экологичности производства риса в РФ / Е. М. Харитонов, Ю. К. Гончарова, Е. А. Малюченко, Н. А. Очкас, В. Н. Бруяко, Н. Ю. Бушман // Труды Кубанского государственного аграрного университета, 2016, 60: 314–320.
11. Харитонов, Е. М. Применение многомерных методов для разделения сортов риса по реакции на изменение условий среды / Е. М. Харитонов, Ю. К. Гончарова, Н. А. Очкас, В. А. Шелег, С. В. Болянова // Сельскохозяйственная биология, 2017, 52(1): 152–160 (doi: 10.15389/agrobiology.2017.1.152rus).
12. Ходус, А. В. Хозяйствовать экологически можно уже сейчас! / А. В. Ходус // Бюллетень центра экологической политики России «На пути к устойчивому развитию России», 2004, 28: 3–7.
13. Шеуджен, А. Х. Методика агрохимических исследований / А. Х. Шеуджен // Агрохимия, Ч. 2. — 2016. — 702 с.
14. Altieri, M. Alternatives to conventional modern agriculture for meeting food needs in the next century / M. Altieri, Uphoff N. // Cornell International Institute for Food, Agriculture, Development. 2001 (<http://ciifad.cornell.edu/>).
15. Bayramoglu, Z., Cost efficiency on organic farming: a comparison between organic and conventional raisin-producing households in Turkey / Z. Bayramoglu, E. Gundogmus // Spanish Journal of Agricultural Research, 2008, 6(1), 3–11 ([www.inia.es/sjar](http://www.inia.es/sjar)).
16. Cavigelli, M. Long-term economic performance of organic and conventional field crops in the mid-Atlantic region / M. Cavigelli, B. Hima, J. Hanson, J. Teasdale, A. Conklin, Y. Lu // Renewable Agriculture and Food Systems, 2009, 24(2): 102–119 (doi:10.1017/S1742170509002555).
17. Chavas, J. Organic and conventional production systems in the Wisconsin Integrated Cropping Systems Trial. Economic and Risk Analysis 1993–2006. / J. Chavas, J. Posner, J. Hedtcke // Agronomy Journal, 2009, 101: 288–295 (doi:10.2134/agronj2008.0055x).
18. Dorais, M. Organic production of vegetables: State of the art and challenges / M. Dorais // Canadian journal of plant science, 2008, 1055–1066.
19. Fedulova, E. A. Modeling of the agribusiness enterprise activity on the basis of the balanced scorecard / A. V. Medvedev, P. D. Kosinskiy, S. A. Kononova, N. Pobedash // Foods and Raw Materials, 2016, 4 (1): 154–162 (doi: 10.21179/2308-4057-2016-1-154-162).
20. Goncharova, J. K. Rice Tolerance to the Impact of High Temperatures / J. K. Goncharova, E. M. Kharitonov // Agricultural Research Updates, 2015, 9: 1–37.



21. Goncharova, J. K., Genetic control of traits determining phosphorus uptake by rice varieties (*Oryza sativa* L.) / J. K. Goncharova, E. M. Kharitonov // *Vavilovskii Zhurnal Genetiki i Selekcii* — *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2015;19(2):197–204 (doi: 10.18699/VJ15.025).
22. Greene, C. US Department of Agriculture's Economic Research Service, 2005. (<https://www.ers.usda.gov/data/organic>).
23. Hanson, J., Organic versus conventional grain production in the mid-Atlantic. An economic overview and farming system overview / J. Hanson, E. Lichtenberg, S. Peters // *American Journal of Alternative Agriculture*, 1997, 12(1): 2–9.
24. Hanson, J. C., An Economic Evaluation of an Organic Grain Rotation with Regards to Profit and Risk. College Park (MD): / J. C. Hanson, W. N. Musser // Department of Agricultural and Resource Economics, University of Maryland. Working Paper, 2009, 24(2): 102–119.
25. Hepperly, P. Organic farming enhances soil carbon and its benefits. / P. Hepperly R. Seidel, D. Pimentel, J. Hanson, D. Douds // *Soil Carbon Management*, 2007:129–153 (doi: 10.1201/9781420044096.ch6).
26. Lal, R. Global potential of soil carbon sequestration to mitigate greenhouse effect. *Critical Reviews* / R. Lal // *Plant Sciences*, 2003, 22(2): 151–184 (doi.org/10.1080/713610854).
27. Lotter, D., The performance of organic and conventional cropping systems in an extreme climate year. / D. Lotter, R. Seidel, W. Liebhardt // *American Journal of Alternative Agriculture*, 2003, 18(3): 146–154 (doi: 10.1079/AJAA200345).
28. Moyer, J. Fifteen year review summarizing effects of conventional and organic farming Systems on soils, nutrition, environment, economics and yields (1981–1995) / J. Moyer, K. Nichols, V. Bhosekar // *Asian Journal of Science and Technology*, 2017, 8 (4): 4628–4634 (doi: 10.19080/ARTOAJ.2017.06.555678).
29. Pimentel, D., Environmental, Energetic, and Economic Comparisons of Organic and Conventional Farming Systems / D. Pimentel, P. Hepperly, J. Hanson, D. Douds, R. Seidel // *Bioscience*, 2005,55 (7): 573–582 (doi.org/10.1641/0006-3568(2005)055[0573:EEAECO]2.0.CO;2).
30. Teasdale, J., Potential Long-term benefits of no-tillage and organic cropping systems for grain production and soil improvement / J. Teasdale, C. Coffman, R. Mangum // *Agronomy Journal*, 200, 99: 1297–1305 (doi:10.2134/agronj2006.0362).
31. Willer, H., *The World of Organic Agriculture — Statistics and Emerging Trends* / H. Willer, L. Kilcher // Research Institute of Organic Agriculture (FiBL), Frick, International Federation of Organic Agriculture Movements (IFOAM), Bonn, Germany, 2012(<http://www.organic-world.net/yearbook-2012.html>).

**Харитонов Евгений Михайлович**

Научный руководитель института  
E-mail: [evgeniyharitonov46@mail.ru](mailto:evgeniyharitonov46@mail.ru)

**Evgeny M. Kharitonov**

Scientific adviser  
E-mail: [evgeniyharitonov46@mail.ru](mailto:evgeniyharitonov46@mail.ru)

**Очкас Николай Александрович**

Вед. научн. сотр. лаборатории сортовой  
агротехники и паспортизации сортов риса  
E-mail: [ochkasnikolay@mail.ru](mailto:ochkasnikolay@mail.ru)

**Nikolay A. Ochkas**

Leading researcher of the laboratory of varietal  
agricultural technology and certification of rice varieties  
E-mail: [ochkasnikolay@mail.ru](mailto:ochkasnikolay@mail.ru)

**Гончарова Юлия Константиновна**

Зав. лабораторией генетики и гетерозисной  
селекции  
E-mail: [yuliya\\_goncharova\\_20@mail.ru](mailto:yuliya_goncharova_20@mail.ru)

**Yulia K. Goncharova**

Head of the laboratory of genetics and heterosis  
breeding  
E-mail: [yuliya\\_goncharova\\_20@mail.ru](mailto:yuliya_goncharova_20@mail.ru)

**Шелег Валентин Андриянович**

Мл. научн. сотр., лаборатории генетики  
и гетерозисной селекции, аспирант  
E-mail: [anatoliy.kuzmich@mail.ru](mailto:anatoliy.kuzmich@mail.ru)

**Valentin A. Sheleg**

Junior researcher at the laboratory of genetics  
and heterosis selection, postgraduate  
E-mail: [anatoliy.kuzmich@mail.ru](mailto:anatoliy.kuzmich@mail.ru)

Все: ФГБНУ «ВНИИ риса»  
Белозерный, 3 Краснодар, 350921, Россия  
E-mail: [arri\\_kub@mail.ru](mailto:arri_kub@mail.ru)

All: FSBSI «ARRRI»  
Belozerniy, 3 Krasnodar, 350921, Russia  
E-mail: [arri\\_kub@mail.ru](mailto:arri_kub@mail.ru)

УДК 631.8:633.18

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

### **ВЫДЕЛЕНИЕ ВНУТРИПОЛЬНЫХ КОНТУРОВ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПЛОДРОДИЯ И ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОЕ ВНЕСЕНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ ПОД РИС**

Исследования направлены на подбор методики отбора проб почвы для выделения внутрипольных контуров варьирования плодородия. В работе рассматриваются способы отбора почвы для её агрохимической характеристики при выделении внутрипольных контуров показателей плодородия на рисовой оросительной системе (РОС). Исследования проводились путем отбора проб 7 способами: по первой диагонали карты-чека; по второй диагонали; методом «конверта»; движением по оси; движением «змейка» по 20 равным квадратам; сплошным случайным отбором и на репрезентативной пробной площадке. Все исследуемые методы отбора образцов почвы, применяемые на практике для агрохимической характеристики элементарных участков РОС, по точности приемлемы. Вместе с тем метод отбора по фиксированным площадкам превосходит все другие методы по точности полученных результатов, однако для характеристики обследуемых площадей метод может использоваться только при правильном выборе репрезентативной площадки. Важнейшие показатели плодородия почвы (гумус, рН, подвижные фосфор и калий) отличаются резкими изменениями даже в пределах чека. В этой связи выделение контуров для внесения удобрений целесообразно проводить отдельно для каждого элементарного участка (чек, карта-чек).

**Ключевые слова:** отбор проб почвы, плодородие почвы, удобрения.

### **IDENTIFICATION OF IN-FIELD CONTOURS OF FERTILITY INDICATORS AND DIFFERENTIATED APPLICATION OF MINERAL FERTILIZERS FOR RICE**

Studies are aimed at selecting a method of soil sampling to highlight the in-field contours of fertility variation. The paper discusses methods of soil selection for its agrochemical characteristics when isolating the in-field contours of fertility indicators in a rice irrigation system (RIS). The studies were carried out by sampling in 7 ways: along the first diagonal of the check plot; on the second diagonal; the method of «envelope»; movement along the axis; the movement of the «snake» in 20 equal squares; continuous random sampling and at a representative test site. All the studied methods of soil sampling, which are used in practice for the agrochemical characterization of the elementary areas of RIS, are acceptable in accuracy. At the same time, the selection method for fixed sites is superior to all other methods in the accuracy of the results obtained, however, to characterize the areas under study, the method can only be used if the representative site is correctly selected. The most important indicators of soil fertility (humus, pH, mobile phosphorus and potassium) are characterized by sharp changes even within the limits of the check. In this regard, the selection of contours for fertilizing is advisable to be carried out separately for each elementary site (check, check-plot).

**Key words:** soil sampling, soil fertility, fertilizers.

#### **Введение**

Достижения научно-технического прогресса в XXI веке позволили решить задачи, которые связаны с внедрением высоких агротехнологий в современное земледелие, включая дифференцированное применение средств химизации, что ранее было невозможно. Обращение в настоящее время к точному земледелию, т.е. к агротехнологиям, учитывающим внутрипольную вариабельность плодородия почв и состояния посевов, далеко не случайно.

Учет внутрипольной вариабельности почвенного плодородия — это отличительная черта точного земледелия. Внутрипольная вариабельность (пестрота) в наибольшей степени характерна для рисовой оросительной системы, что связано со строительными работами (срезки, насыпки) и обработками почвы. В соответствии с традиционными технологиями возделывания риса удобрения вно-

сят или без учета уровней агрохимических показателей почвы, или принимают во внимание усредненные данные агрохимического обследования согласно агрохимическим паспортам полей. При этом все агротехнологические операции выполняются однотипно в визуально определяемых границах полей, хотя, как показали исследования, почвы практически всех типов характеризуются значительной вариабельностью основных агрохимических показателей. При применении удобрений принимать во внимание внутрипольную пестроту плодородия почвы не менее важно, чем различия в плодородии отдельных полей, которые учитываются в традиционных технологиях земледелия.

Внесение удобрений усредненными по полю (фиксированными) дозами не отвечает требованиям отдельных растений к уровню минерального питания. При внесении фиксированных доз азотных, фосфорных и калийных удобрений более 30 % рас-

тений получают недостаточное или, наоборот, избыточное минеральное питание с вытекающими отсюда последствиями для продуктивности агроценозов и экологии агроландшафта. Именно на этом основании технологии точного земледелия предусматривают внесение удобрений по отдельным контурам почвенного плодородия и использованием спутниковой навигации (GPS, ГЛОНАСС) [1]. Поэтому одна из первостепенных задач точного земледелия — создание картографической основы для дифференцированного внесения агрохимикатов.

Имеется несколько способов предварительного выделения внутриспольных контуров для дифференцированного внесения удобрений, а также мелиорантов: картирование урожайности уборочной техникой с датчиками учета урожайности и привязка выделенных парцелл к координатам поля с помощью навигационного оборудования; сканирование электропроводности почвы с использованием специальной прицепной аппаратуры; дистанционное зондирование, проводимое космической и наземной аппаратурой и схематическое разделение площади полей на фиксируемые контура — элементарные участки [2]. Во всех случаях на выделенных тем или иным способом контурах отбираются и анализируются объединенные пробы почвы с последующим созданием электронных агрохимических картограмм. Для отбора почвенных проб используются, как правило, автоматизированные пробоотборники различного класса, оборудованные навигационной аппаратурой для привязки мест отбора проб к координатам поля. По результатам агрохимического анализа почв для каждого внутриспольного контура рассчитывают дозы удобрений и составляют электронные карты-задания для их дифференцированного внесения. Отбор почвы и расчет оптимальных доз минеральных удобрений под планируемую урожайность риса осуществляется в соответствии с принятыми методами [2, 3, 4, 5]. Порядок отбора проб почвы для анализа осуществляется в настоящее время по ГОСТам [6, 7].

В связи с этим актуальным является подбор метода отбора проб почвы для автоматизированных пробоотборников различного класса, применительно к РОС.

### **Цель исследований**

Подбор методики отбора проб почвы для выделения внутриспольных контуров варьирования плодородия почвы, определения доз применяемых минеральных удобрений и их дифференцированного внесения, обеспечивающие получение планируемой урожайности риса.

### **Материалы и методы**

Работа по подбору способа отбора почвы для выделения почвенных контуров проводилась в весенний период (до внесения минеральных удобрений) на рисовых полях ОПУ ВНИИ риса.

При отборе с каждой карты-чека почва отбиралась 7 способами:

1. Маршрутным ходом до диагонали карты-чека (диагональ-1);
2. Маршрутным ходом по 2-й диагонали карты-чека (диагональ-2);
3. Маршрутным ходом последовательно по двум диагоналям (конверт);
4. Маршрутным ходом через центр карты-чека параллельно ее длинной стороне (ось);
5. Маршрутным ходом по вешкам, делящим карту-чек на 20 равных квадратов (змейка) или движение по оси;
6. Сплошной случайный, равномерный отбор по всей плоскости карты-чека (сплошной);
7. Отбор из репрезентативной части каждой карты-чека пробная (площадка).

Отобранные пробы анализировались на содержание Р<sub>подв</sub>, К<sub>подв</sub>, рН, гумус. На основании полученных данных подбирались методы отбора и проводилось выделение контуров почвенного плодородия.

Повторность точечных проб (уколов тростевым буром) для составления объединенной пробы равна 20 шт. Повторность объединенных проб для каждого из 7 способов равна 5 шт. Всего отобрано объединенных проб 140 шт (5 × 7 × 4). Количество уколов тростевым буром при отборе всех проб почвы составило 2800 шт. (140 × 20).

Пробы почвы отбирались из слоя 0–20 см. Определялись: фосфор, калий, подвижные по Чирикову, рН водной вытяжки потенциметрически, гумус общий по Тюрину [3].

### **Результаты и обсуждение**

По результатам статистической обработки химических анализов образцов, отобранных различными методами с карт-чеков можно заключить, что установлены достоверные различия не только на 5%-ном, но и на 1%-ном уровнях значимости.

Исследования показали, что различия агрохимических показателей изучаемых карт-чеков существенно отличаются, в связи с этим подтверждается необходимость отбора почвы с каждого элементарного участка РОС (чек, карта-чек) отдельно при выделении почвенных контуров.

В таблицах 1–4 подробно приведен статистический анализ результатов различных способов отбора проб почв. Как видим существенной разности на 1%-ном и даже на 5%-ном уровне значимости между способами отбора не прослеживается что говорит о равнозначности всех применяемых на практике методов. Однако необходимо отметить большое варьирование по всем результатам анализов гостированных способов отбора по «диагонали» и по «оси» в сравнении с отбором методом «конверта» [6, 7]. Отбор методом «конверта» более приемлем, так как устраняет возможность ошибки при отборе по маршруту или при повторном отборе через время. При этом

затраты труда и времени повышаются только на 25 %. Отбор «змейкой», принятый для пробоотборников с GPS (ГЛОНАСС) – позиционированием, не приемлем, так как не повышает точности исследований и весьма затратный. «Сплошной» отбор так же трудоемок и не оправдывает затрат времени и сил.

Отбор по пробным площадкам наиболее прост в исполнении и результаты исследования варьиру-

ются в наименьшей степени. Однако, для характеристики определенных площадей участков он не всегда приемлем, так как сложно определить и зафиксировать площадку репрезентативную для всего обследуемого массива.

Принятые в настоящее время градации обеспеченности рисовых почв гумусом и подвижными формами элементов питания приведены в литературе [5].

**Таблица 1. Варьирование подвижного фосфора в почве опытных карт-чеков по способам отбора, мг/100 г**

Способ отбора	Стандартное отклонение (S)	Коэффициент вариации (V), %	Ошибка (точность) (Sx), %	Среднее и ошибка средней ( $\bar{x} \pm Sx$ )
1	0,759	7,01	3,13	10,82±0,339
2	0,641	5,99	2,67	10,70±0,286
3	0,636	5,84	2,61	10,89±0,284
4	0,564	5,35	2,39	10,54±0,252
5	0,659	6,28	2,80	10,50±0,294
6	0,632	5,82	2,59	10,86±0,282
7	0,578	5,48	2,45	10,54±0,258
Среднее	0,638	5,97	2,67	10,69±0,285

**Таблица 2. Варьирование подвижного калия в почве опытных карт-чеков по способам отбора, мг/100 г**

Способ отбора	Стандартное отклонение (S)	Коэффициент вариации (V), %	Ошибка (точность) (Sx), %	Среднее и ошибка средней ( $\bar{x} \pm Sx$ )
1	0,94	3,98	1,78	23,6±0,42
2	0,81	3,49	1,55	23,2±0,36
3	0,81	3,52	1,57	23,0±0,36
4	0,94	4,10	1,83	22,9±0,42
5	0,99	4,29	1,90	23,1±0,44
6	0,85	3,68	1,65	23,1±0,38
7	0,72	3,16	1,40	22,8±0,32
Среднее	0,87	3,77	1,69	23,1±0,39

**Таблица 3. Варьирование pH в почве опытных карт-чеков по способам отбора**

Способ отбора	Стандартное отклонение (S)	Коэффициент вариации (V), %	Ошибка (точность) (Sx), %	Среднее и ошибка средней ( $\bar{x} \pm Sx$ )
1	0,177	2,19	0,98	8,08±0,079
2	0,108	1,33	0,59	8,07±0,048
3	0,116	1,42	0,64	8,17±0,052
4	0,217	2,73	1,22	7,95±0,097
5	0,211	2,64	1,18	7,97±0,094
6	0,130	1,60	0,71	8,14±0,058
7	0,085	1,08	0,48	7,86±0,038
Среднее	0,150	1,87	0,83	8,03±0,067

Таблица 4. Варьирование гумуса в почве опытных карт-чеков по способам отбора, %

Способ отбора	Стандартное отклонение (S)	Коэффициент вариации (V), %	Ошибка (точность) (Sx), %	Среднее и ошибка средней ( $\bar{x} \pm Sx$ )
1	0,373	11,77	5,27	3,17±0,167
2	0,277	8,50	3,81	3,26±0,124
3	0,262	8,40	3,76	3,12±0,117
4	0,317	9,66	4,32	3,28±0,141
5	0,162	4,86	2,18	3,33±0,072
6	0,150	4,44	1,98	3,40±0,067
7	0,093	2,75	1,22	3,38±0,041
Среднее	0,236	7,20	3,21	3,28±0,104

При сопоставлении результатов анализов различных способов отбора образцов, приведенных в таблицах 1–4, и градаций обеспеченности почв подвижными фосфором и калием, а также содержания гумуса и рН можно заключить, что варьирование всех показателей укладывается в ступени градации по каждому показателю. По содержанию подвижного фосфора почвы относятся к группе с высоким и повышенным содержанием. Показания по подвижному калию по всем участкам и способам отбора укладываются в группу со средним содержанием. По реакции водной вытяжки все почвы по участкам и способам отбора относятся к щелочным. Почвы по содержанию гумуса относятся по обеспеченности к группам с низким и средним содержанием.

Принципы применения удобрений в соответствии с концепцией точного земледелия:

- выявление и картографирование контуров почвенного плодородия с использованием спутниковой навигации (GPS, ГЛОНАСС);
- компенсация потерь элементов минерального питания в целях сохранения и воспроизводства плодородия почв;
- эффективность дифференцированного внесения удобрений проявляется на участках с выраженной вариабельностью плодородия почв более 20 %;

Из минеральных удобрений, вносимых под рис, ведущая роль в повышении его урожайности принадлежит азотным. На их долю приходится 80–90 % прибавки урожая, получаемой от полного минерального удобрения (NPK). Азот является источником для синтеза белков, он наиболее интенсивно поглощается растениями в периоды максимально роста и образования генеративных органов.

Учитывая, что влияние азота сильнее всего сказывается на продуктивной кустистости и озерненности метелки, важным условием эффективного применения азотных удобрений под рис по интенсивной технологии является их дробное внесение. При этом обеспечиваются физиологические по-

требности риса в азоте и уменьшаются непроизводительные потери этого элемента.

Большую часть азотных удобрений в условиях точного земледелия целесообразней применять в виде вегетационных подкормок. Основное (допосевное) внесение азотных удобрений можно проводить средними для всего поля дозами, достаточными для начальных фаз вегетации растений.

Для проведения подкормок дифференциацию доз азотных удобрений необходимо проводить по данным растительной диагностики. С этой целью применяют портативные фотометрические приборы, позволяющие, в отличие от химических методов, оперативно определять азотный статус растений.

Эффективность азотных удобрений возрастает при совместном применении их с фосфорными и калийными. Энергия фосфатных связей макроэргических соединений (АТФ, АДФ) необходима для процессов роста и развития растений. Фосфор усваивается растениями только в окисленной форме (PO<sub>3</sub>-4.). Он способен повышать устойчивость растений к неблагоприятным условиям среды, а также ускорять созревание и улучшать качество зерна.

Наряду с азотом и фосфором к числу важнейших макроэлементов, играющих большую роль в процессах синтеза в растительном организме относится и калий, который содействует стабилизации мембран, обеспечивая благоприятные условия для протекания синтетических процессов. При достаточном калийном питании повышается устойчивость растений к различным заболеваниям и полеганию.

Дифференцированное внесение фосфора и калия обычно осуществляется по заранее выделенным внутривидовым контурам до посева риса. Расчет доз фосфорных и калийных удобрений проводится, главным образом, по содержанию подвижных форм фосфора и калия в пахотном слое почвы.

При подготовке проекта осваиваемой технологии необходимо провести ее агроэкономическую

оценку, а также решить задачи выявления и картографии внутрипольной неоднородности плодородия рисовых полей, приобретения специальной техники и программно-информационного обеспечения.

### **Выводы**

1. Все испытывавшиеся методы отбора образцов почвы, применяемые на практике для агрохимической характеристики РОС по точности приемлемы. При ручном отборе наиболее оптимален метод «конверта» так как устраняет возможность ошибок при движении по маршруту или отборе в динамике присущие для гостированных методов «диагональ» и «ось».

2. Методы отбора «змейка» и «сплошной» затратны при ручном отборе, а по точности не превышают метод «конверта». Метод «змейка» в наибольшей степени подходит для механизированного пробоотбора.

3. Метод фиксированная «площадка» превосходит все методы отбора по точности результатов, однако для характеристики обследуемых площадей может быть приемлем только при правильном выборе репрезентативной площадки.

4. Для выделения почвенных контуров изменения плодородия целесообразно проводить отбор образцов отдельно для каждого элементарного участка (чека, карты-чека, карты).

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Афанасьев, Р. А. Методика полевых опытов по дифференцированному применению удобрений в условиях точного земледелия / Р. А. Афанасьев // Проблемы агрохимии и экологии. — 2010. — № 1. — С. 38–44.
2. ГОСТ 17.4.4.02-84 ПОЧВЫ. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа.
3. ГОСТ 17.4.3.01-83 (СТ СЭВ 3847-82) ОХРАНА ПРИРОДЫ Почвы. Общие требования к отбору проб.
4. Кидин, В. В. / В. В. Кидин, И. П. Дерюгин, В. И. Кобзаренко и др. Практикум по агрохимии. — М.: КолосС, 2008. — 599 с.
5. Паращенко, В. Н. Основные принципы и элементы технологии дифференцированного применения удобрений под рис / В. Н. Паращенко // Зерновое хозяйство России. — 2014. — № 6(36) — С. 64–67.
6. Шеуджен, А. Х. Агрохимия: Учебное пособие / А. Х. Шеуджен, В. Т. Куркаев, Н. С. Котляров. Под ред. А. Х. Шеуджена — 2-е изд., перераб. и доп. — Майкоп: Изд-во «Афиши», 2006. — 1075 с.
7. Якушев, В. П. На пути к точному земледелию / В. П. Якушев — СПб.: Изд-во ПИЯФ РАН, 2002. — 458 с.

#### **Раис Саидович Шарифуллин**

Старший научный сотрудник лаборатории агрохимии и почвоведения

#### **Rais S. Sharifullin**

Senior scientist, laboratory of agrochemistry and soil studies

#### **Владимир Николаевич Паращенко**

Ведущий научный сотрудник лаборатории и почвоведения

#### **Vladimir N. Parashchenko**

Leading researcher, laboratory of agrochemistry and soil studies

#### **Виталий Николаевич Чижиков**

Зав. лабораторией агрохимии и почвоведения

#### **Vitaly N. Chizhikov**

Head of the laboratory of agrochemistry and soil studies

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

All: FSBSI «ARRRI»  
Belozerniy, 3 Krasnodar, 350921, Russia  
E-mail: arri\_kub@mail.ru

УДК 528.7: 528.8: 528.9:58.02:631.17:  
631.432:631.5:631.559:631.587:633.18

**М. А. Ладатко**, канд. с.-х. наук,  
г. Краснодар, Россия  
**С. И. Скубиев**, канд. экон. наук,  
**Х. Х. Аль-Нуссаири**, аспирант  
г. Москва, Россия

### **ВЛИЯНИЕ ПЕРЕПАДОВ ВЫСОТ В ЧЕКАХ НА УРОЖАЙНОСТЬ СОРТОВ РИСА В УСЛОВИЯХ РИСОСЕЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ ФГБУ РПЗ «КРАСНОАРМЕЙСКИЙ»**

*В статье представлены результаты отзывчивости 23 сортов риса на гидрологический режим почвы, обусловленный разной высотой отметок чеков в пределах одной поливной карты. В связи с тем, что строительство оросительных систем для возделывания культуры затопляемого риса неизбежно связано с террасированием природного рельефа и превращением его склонов в огромное множество горизонтально спланированных и ступенчато расположенных рисовых чеков, то негативное влияние перепада отметок между их плоскостями на рост, развитие и урожайность риса можно сглаживать путём агротехнических приёмов и подбора сортового состава. В условиях проведенного опыта установлено, что на низких чеках только за счёт правильного подбора сорта, возможно, повысить урожайность до 80 %.*

**Ключевые слова:** рис, сорт, отметка высот, геодезия, беспилотный летательный аппарат, полевая всхожесть, урожайность.

### **INFLUENCE OF HEIGHT DIFFERENCES IN CHECKS ON YIELD OF RICE VARIETIES UNDER THE CONDITIONS OF RICE GROWING ENTERPRISE FSBI RPZ "KRASNOARMEYSKY"**

*The article presents the results of the responsiveness of 23 rice varieties to the hydrological regime of the soil, due to the different height of the check marks within one irrigation map. Due to the fact that the construction of irrigation systems for cultivating flooded rice crops is inevitably associated with terracing the natural topography and turning its slopes into a huge number of horizontally planned and stepped rice checks, the negative impact of the difference in marks between their planes on the growth, development and productivity of rice can be smoothed out by agronomic techniques and selection of varietal composition. Under the conditions of the conducted experiment, it was established that on low checks only due to the correct selection of the variety, it is possible to increase the yield up to 80 %.*

**Key words:** rice, variety, height marks, geodesy, unscrewed aerial vehicle, field germination, yield.

#### **Введение**

Для уменьшения объема планировочных работ при разбивке рисовой карты стараются вписать чеки в рельеф местности. В результате такого подхода допускается большая террасность, то есть разность отметок между соседними чеками, которая составляет от 0,7 до 1,0 м [7]. Террасность чеков до выхода в свет отраслевого стандарта ОСТ 33.6-73 не входила в круг мелиоративных проблем. Величину перепада отметок между чеками при проектировании и строительстве рисовых систем практически не ограничивали. Исследования Попова В. А. показали, что террасность является причиной пестроты урожайности и значительных недоборов зерна риса, которые оценены в 8 %, что при современном уровне агротехники соответствует 0,3–0,6 т/га. Наличие перепадов отметок между чеками приводит к тому, что после затопления посевов смежные чеки вступают в гидродинамическое взаимодействие — грунтовые воды из верхнего поступают в нижний, принося в его пахотный слой растворенные соли и более низкую (на 3–5 °С) температуру. При этом урожайность риса на нижележащем чеке в полосе шириной 20–30 м снижается на 30–40 %, а на картах с обратным уклоном — на всей его площади [4]. В связи с этим на рисовых си-

стемах с низкими чеками необходимо устраивать отсечные дрены глубиной не менее 0,6–0,8 метров и размещать сорта, более приспособленные к данным условиям выращивания.

#### **Цель исследований**

Подобрать сорта риса для выращивания на низких и высоких чеках.

#### **Материалы и методы**

В экологическом испытании проведена оценка 23 сортов риса на гидрологический режим почвы в условиях стародельтового агроландшафтного района (ФГБУ РПЗ «Красноармейский» Красноармейского района). Объектами исследований являлись сорта риса селекции ВНИИ риса: Водопад, Ёжик, Казачок 4, Светлана, Ленарис, Азовский, Сигнал, Эльбрус, Аполлон, ВНИИР 4041, Кураж, Наутилус, Патриот, Полевик, Рапан, Рапан 2, Яхонт, Велес, Альянс, Партнёр, Фаворит, Флагман, Юбилейный 85. Получены предварительные результаты.

Исследования осуществлялись в условиях мелкоделяночных полевых опытов. Расположение вариантов опыта рендомизированное в четырехкратной повторности. Площадь деланки — 10 м<sup>2</sup>. Посев проводился селекционной сеялкой ССНЦ-8; норма высева 7 млн. всхожих семян на 1 га. Режим орошения — укороченное затопление. Предшествен-

ник: рис первого года. В опыте проводили учет густоты стояния растений в фазу полных всходов, подсчитывая количество растений на двух смежных рядках длиной 111 см в трех местах по диагонали каждой делянки [1]. Уборку урожая проводили методом сплошного обмолота малогабаритным комбайном ДКС-515 с последующим пересчетом на 14 % влажность. Обработку почвы, режим орошения и уход за посевами риса выполняли в соответствии рекомендациями по возделыванию в Краснодарском крае [6].

Для определения высот поверхности на рисовых полях 8 июня 2018 года была выполнена площадная аэрофотосъемка территории хозяйства беспилотным летающим аппаратом DJI Phantom 4 Pro и построены цифровой ортофотоплан и цифровая модель местности (DEM) [2, 3, 5]. Высота поля составила — 80 метров над точкой взлета, продольное перекрытие снимков — 70 %, поперечное перекрытие снимков — 60 %. На покрытие площади размером — 20,55 га, понадобилось 197 снимков (рис. 1).

Для построения цифровых картографических схем понадобилась их геодезическая привязка к местности. Для этого были использованы опорные точки, закрепленные маркировочными знаками по территории экспериментального участка в количестве 8 штук. Координаты опорных точек получены с помощью приёмника GNSS Ascano GX9 в режиме RTK с точностью измерения 10 мм в плане и 20 мм по высоте. Общая погрешность определения опорных точек на снимках при построении картматериала составила — 2,7147 см (рис. 2).

На рисунке 2 показаны исходные значения координат центров фотографирования, которые запи-

сываются в метаданные каждого снимка. Из-за колебаний атмосферного давления датчик барометра у БПЛА не определяет реальную высоту, но, при обработке снимков, когда идет построение ортофотоплана с использованием опорных точек, вносится корректировка и цифровой картматериал занимает соответствующее пространственное положение.

Построенная цифровая модель (DEM) территории загружается в программную геоинформационную среду (ГИС) и производятся измерения поверхности при помощи построения профильных разрезов. В данном опыте применялось ГИС-приложение Global Mapper.

Некоторые из результатов измерений приведены на рисунках 3, 4, 5.

На рисунке 3 показан профильный разрез двух смежных рисовых чеков с перепадами высот как внутри каждого из чеков, так и между собой. Разница высот в одном из мест перепадов на данном разрезе составляет 31,3 см.

Профильный разрез по диагонали сверху — вниз внутри поля показывает уклон поверхности с перепадом высот в крайних точках — 41,3 см.

Профильный разрез по диагонали сверху — вниз между полями показывает уклон поверхности с перепадом высот в крайних точках — 40,5 см. Перепад между опытными участками на низком и высоком чеках составил 12 см.

### Результаты и обсуждение

Изучив посевные качества семян сортов риса перед посевом было установлено, что все они соответствовали высоким репродукциям. В связи с этим отмеченные в опытах низкие значения полевой всхожести можно отнести к агротехническому состоянию рисового поля и водному режиму в момент получения всходов.



Рисунок 1. Цифровая модель местности (DEM) с максимальной разрешающей способностью 2 см/pix





Рисунок 2. Построение цифрового картографического материала

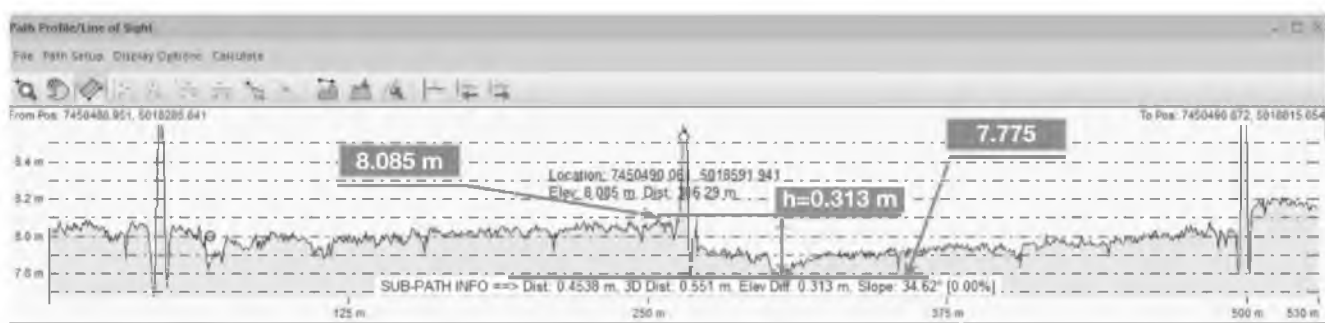


Рисунок 3. Профильный разрез смежных рисовых чеков

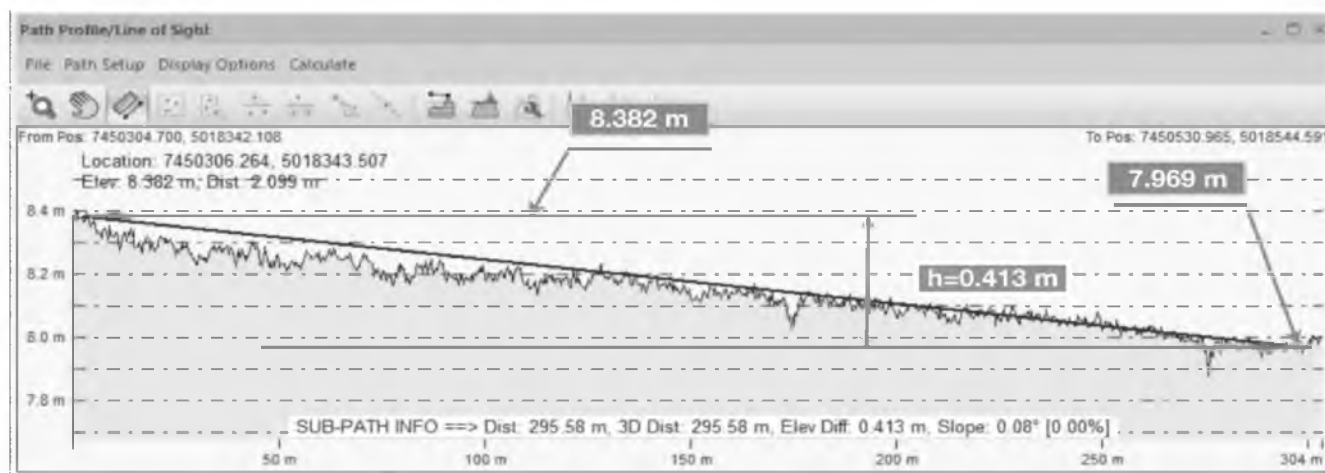
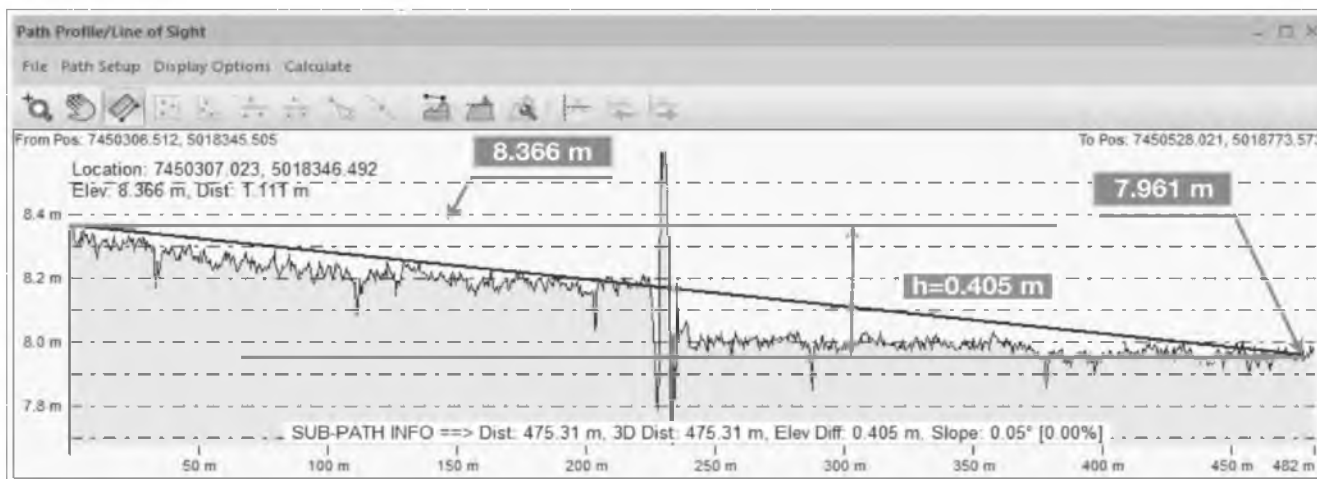


Рисунок 4. Профильный разрез по диагонали рисового чека

Полевая всхожесть в среднем по опыту составила 23 и 38 % соответственно на чеках низкими и высокими отметками (рис. 6). Как видно из гистограммы полевая всхожесть на чеке с высокими отметками в 1,5–2,0 раза выше, чем на чеке с низкими отметками. Следовательно, на низких чеках следует

проводить работы, направленные на увеличение глубины залегания грунтовых вод, а также уделять внимание подбору сортов и строго соблюдать рекомендации по водному режиму при получении всходов.

Проанализировав результаты учёта густоты стояния растений на момент получения всходов, было



**Рисунок 5. Построение ортофотоплана и цифровой модели местности DEM**

установлено, что сортами особо чувствительными к слою воды являются: Светлана, Ёжик и Велес. На таких чеках предпочтительнее размещать сорта: Казачок 4, Сигнал, Патриот, Рапан 2, Наутилус и Азовский.

На высоком чеке практически на всех сортах, за исключением сорта Велес, был сформирован оптимальный по плотности ценоз. Наибольшие (более 300 шт./м<sup>2</sup>) значения по густоте стояния растений были получены на сортах: Флагман, Казачок 4, Рапан 2, Азовский и Юбилейный 85.

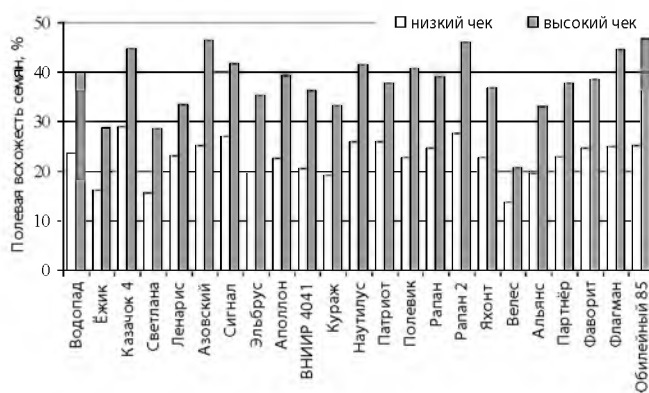
В результате анализа урожайности было установлено, что значения показателя в опыте варьировали от 27,0 до 90,1 ц/га (рис. 7).

Следует отметить, что наибольшая урожайность отмечена на чеке с высокими отметками, превысив таковую на чеке с низкими отметками в среднем на 43 ц/га, т.е. более чем в 2 раза. Такая большая разница в урожайности связана как с гидрологическим режимом почв, так и с большим количеством сорной растительностью на низком чеке.

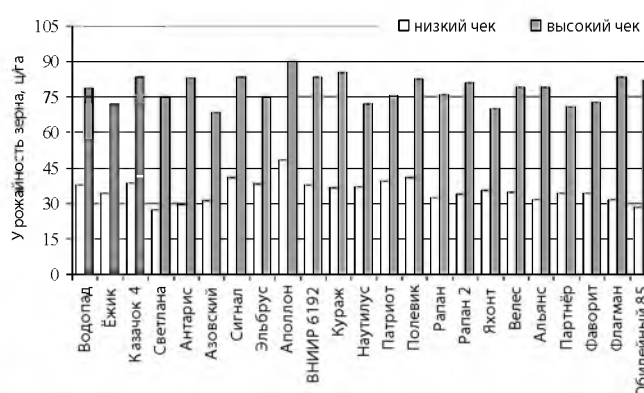
Урожайность на низком чеке составила в среднем по вариантам 35,3 ц/га. Все сорта на чеке с

низкими отметками были ранжированы в порядке возрастания на следующие группы: сорта с урожайностью менее 30 ц/га: Светлана, Юбилейный 85, Ленарис; с урожайностью 30–35 ц/га: Азовский, Альянс, Флагман, Рапан, Рапан 2, Партнёр, Фаворит, Ёжик, Велес; с урожайностью 35–40 ц/га: Яхонт, Кураж, Наутилус, ВНИИР 4041, Водопад, Эльбрус, Казачок 4, Патриот; с урожайностью свыше 40 ц/га: Сигнал, Полевик, Аполлон. Следовательно, для увеличения валовых сборов зерна на чеках с низкими отметками предпочтительнее размещать сорта из последних перечисленных групп.

Урожайность на высоком чеке составила в среднем по вариантам 78,3 ц/га. При этом все сорта, кроме сорта Азовский, который относится к раннеспелой группе, обеспечили урожайность свыше 70 ц/га, а сорта: Рапан 2, Юбилейный 85, Полевик, Ленарис, Казачок 4, Флагман, ВНИИР 4041, Сигнал, Кураж, Аполлон — свыше 80 ц/га, что выше, чем у наиболее распространенного в Краснодарском крае сорта Рапан более чем на 5 ц/га. Следует также от-



**Рисунок 6. Полевая всхожесть семян сортов риса на чеках с низкими и высокими отметками**



**Рисунок 7. Урожайность сортов риса на чеках с низкими и высокими отметками**

метить, что с улучшением условий выращивания на фоне увеличения урожайности происходит сглаживание различий (2,5 раза меньше, чем на низком чеке) между сортами.

#### **Выводы**

1) В условиях рисосеющего предприятия ФГБУ РПЗ «Красноармейский» на чеках с низкими отметками следует использовать сорта (в порядке возрастания урожайности): Наутилус, ВНИИР 4041, Водопад, Эльбрус, Казачок 4, Патриот, Сигнал, Полевик, Аполлон.

2) Для посева риса на чеках с высокими отметками лучше использовать сорта (в порядке возрастания

урожайности): Рапан 2, Юбилейный 85, Полевик, Ленарис, Казачок 4, Флагман, ВНИИР 4041, Сигнал, Кураж, Аполлон.

3) К сортам остро чувствительным к водному режиму в период получения всходов относятся: Светлана, Ёжик, Велес. Всходы этих сортов нужно получать при минимальном слое воды, а лучше всего на увлажнении.

4) Сорта: Альянс, Флагман, Светлана, Ленарис, Юбилейный 85 не рекомендуются для выращивания на чеках с низкими отметками и повышенной засоренностью (снижение урожайности более чем в 2,5 раза).

#### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Агарков, В. Д. Агротехнические требования и нормативы в рисоводстве / В. Д. Агарков, А. Ч. Уджуху, Е. М. Харитонов // Практическое пособие. — Краснодар: ВНИИ риса, 2006. — 96 с.
2. Генике, А. А. Глобальные спутниковые системы определения местоположения и их применение в геодезии / А. А. Генике, Г. Г. Побединский // Изд. 2-ое, перераб. и доп. — М.: Картгеоцентр, 2004. — 355 с.
3. Кравчук, И. М. Точности вычисления геодезической высоты по результатам спутниковых измерений / И. М. Кравчук // Геодезия и картография. № 6, 2010, С. 5–7.
4. Попов, В. А. Агроклиматология и гидравлика рисовых экосистем / В. А. Попов, Н. В. Островский. // Монография. — Краснодар: КубГАУ, 2013. — 189 с.
5. Постановление Правительства от 9 апреля 2016 года № 289 «Об утверждении Положения о государственной геодезической сети и Положения о государственной нивелирной сети»
6. Сметанин, А. П. Методики опытных работ по селекции, семеноводству, семеноведению и контролю за качеством семян риса / А. П. Сметанин, В. А. Дзюба, А. И. Аprod. — Краснодар: Краснодарское кн. изд-во. — 1972. — 156 с.
7. Тулякова, З. Ф. Рис на Северном Кавказе / З. Ф. Тулякова. — Ростов-на-Дону: Ростовское книжное изд-во. — 1973. — 116 с.

#### **Ладатко Максим Александрович**

Вед. науч. сотр. лаборатории сортовой агротехники и паспортизации сортов риса

ФГБНУ «ВНИИ риса»,  
Белозерный 3, Краснодар, 3500921, Россия  
E-mail: arrri\_kub@mail.ru

#### **Скубиев Сергей Иванович**

Заместитель начальника управления планирования и организации научных исследований  
E-mail: skb25@mail.ru

#### **Аль-Нуссаири Хусам Халаф**

Аспирант кафедры геодезии и геоинформатики  
E-mail: husamkalf@yahoo.com

Все: ФГБОУ ВО Государственный университет по землеустройству

#### **Ladatko Maxim A.**

Leading esearcher, laboratory of varietal agricultural technology and certification of rice varieties

All-Russian Rice Research Institute  
3 Belozerny, Krasnodar, 350921, Russia  
E-mail: arrri\_kub@mail.ru

#### **Skubiev Sergey I.**

Deputy Head of Planning and research organization department  
E-mail: skb25@mail.ru

#### **Al-Nussairi Husam Khalaf**

Graduate student of the Department of Geodesy and Geoinformatics  
E-mail: husamkalf@yahoo.com

All: FSBEI HE State University of Land Management

УДК 528.7:528.8:528.9:528.02.

**С. И. Скубиев**, канд. экон. наук  
**Х. Х. Аль-Нуссаири**, аспирант  
г. Москва, Россия

### **ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ АЭРОФОТОСЪЕМКИ БПЛА ДЛЯ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ УРОВЕННОЙ ПОВЕРХНОСТИ РИСОВЫХ ЧЕКОВ**

*Мировой и отечественной практикой земледелия доказано, что планировка или выравнивание поверхности почвы является главным мелиоративным мероприятием, предназначенным для устранения имеющихся на поле неровностей в виде различных повышений и понижений. Наиболее ощутимо эффективность планировки проявляется на рисовых чеках, от микрорельефа которых в первую очередь зависит урожайность риса и других культур рисового севооборота. Современные технологии дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) дополняют и расширяют свои возможности за счет применения нарастающего, и уже достаточно большого, количества беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), позволяют решать вопросы получения, сбора, обработки, оценки и анализа информации на более оперативном, гораздо более производительном уровне и, самое важное — более высоком уровне достоверности получаемых материалов, для последующего проведения анализа по оценке состояния исследуемой поверхности, в том числе, — ровенной поверхности рисовых чеков.*

**Ключевые слова:** дистанционное зондирование Земли, беспилотные летательные аппараты (БПЛА), ровенная поверхность, профильные разрезы, высота отметок.

### **POSSIBILITIES OF USING AERIAL PHOTOGRAPHY OF UAVS FOR EVALUATING THE STATE OF THE LEVEL SURFACE OF RICE FIELDS**

*International and native farming practices have proved that planning or leveling out the surface of the earth is the main land reclamation measure designed to eliminate irregularities in the field in the form of various rises and falls. The most noticeable efficiency of field planning is observed on the rice checks, where the yield of rice and rice crop rotation primarily depends on the landscape (micro relief). Modern technologies of Earth remote sensing (ERS) complement and expand their capabilities by using an already large, yet still increasing, number of unmanned aerial vehicles (UAVs). ERS can solve the problems of obtaining, collecting, processing, evaluating and analysing information on a considerably bigger scale and, most importantly — a higher level of accuracy of the materials obtained, for subsequent analysis to assess the state of the investigated surface, including rice field level surfaces.*

**Key words:** Earth remote sensing, unmanned aerial vehicles (UAVs), level surface, profile sections, elevations.

#### **Введение**

Применение ДЗЗ для мониторинга состояния выровненности рисовых полей является актуальной возможностью и назревшей необходимостью. При этом следует отметить, что сейчас наличие большого количества летательных аппаратов в качестве БПЛА — не самое главное и не единственное условие для получения видео и фотоматериалов. Съёмкой занимались и раньше, и дистанционные методы существуют уже не один десяток лет. Главное — это способность и условия, при которых из полученных материалов съёмки можно извлекать всю полезную, необходимую и своевременную информацию о состоянии полей и успешном ее применении для сохранения и увеличения урожая, повышая экономическую эффективность производства. Сейчас появились колоссальные возможности в сфере компьютерной обработки исходного материала за счет мощных вычислительных машин и специализированных компьютерных программ. Вопрос стоит о том, чтобы у производственных, научно-исследовательских коллективов бала возможность иметь соответствующее инструментальное, программно-техническое оснащение и оборо-

дование. К большому сожалению, в стране до сих пор не созданы такие экономические условия, чтобы у тружеников была возможность иметь нормальное финансирование на успешное решение поставленных задач, в том числе, и на своевременное техническое оснащение и переоснащение современным оборудованием, приборами, а также необходимым для нормального осуществления своей деятельности.

Приступая к рассмотрению вопроса, связанного с возможностью применения дистанционных методов для оценки состояния ровенной поверхности рисовых полей с использованием беспилотных летательных аппаратов, стоит упомянуть, что на эффективность использования водных ресурсов оросительных систем территорий существенное влияние оказывает рельеф поверхности почвенного покрова. Наименьшая «террасность» и наиболее качественно выровненная поверхность чечовых полей улучшают процесс равномерной фильтрации воды, приводит к снижению перерасходов водопотребления, улучшает мелиоративный режим почвенного грунта и грунтовых вод, при этом, повышается и эффективность применения

агрохимических мероприятий, направленных на увеличение урожайности риса.

Научные исследования проводимые в Казахстане на чеках с террасностью более  $\pm 35$  см показали, что расчет экономической эффективности рисового поля, выраженный через недобор урожайности риса при прочих равных затратах (на эксплуатацию, амортизацию и т. д.) весьма ощутим [3]. В совокупности с перерасходом оросительной воды ущерб от недобора урожая риса составил — 345...510 \$/га (при реализационной стоимости риса 182 \$/т и тарифе на оросительную воду 0,3 \$/тыс. куб. м), а снижение экономической эффективности рисового поля с повышением террасности достигает 90...98 % от общего ущерба.

Планировка поверхности рисовых чеков — одно из наиболее эффективных мероприятий, обеспечивающая прибавку урожайности риса от 10 до 40 % и, позволяющая значительно экономить воду.

**Цель работы**

Исследование возможности применения цифровой модели местности, изготовленной по материалам аэрофотосъемки БПЛА, для выявления неровностей поверхности и уклонов почвенного покрова на рисовых чеках, оценка перепадов высот в границах участков полей и между чеками.

**Материалы и методы**

На рисунке 1 представлена схема размещения экспериментальных орошаемых полей ВНИИ риса. В настоящей статье будет рассмотрена нижняя правая часть территории, представленная карта-чеками 1, 3, 5, 7, 9, 11, по которым будет осуществляться анализ и оценка состояния уровневой поверхности чеков.

В качестве исходных материалов для проведения исследований являются аэрофотоснимки и результаты полевых геодезических измерений, которые используются для построения и создания цифрового картографического материала и цифровой модели местности DEM.



**Рисунок 1.** Схема расположения опытных полей с обозначением номеров карт. Символ в правой части карты 7 обозначает проведение работ по планировке чека

Цифровая модель местности и цифровой ортофотоплан в формате TIF File загружается в компьютерную программу ГИС — Global Mapper. В этом ГИС-приложении существует мощный инструментарий по выполнению операций с объемными данными — трехмерными моделями местности. Построение серии профильных разрезов позволяет оценить форму исследуемой поверхности, получить цифровые данные о расстояниях, высотах, уклонах, площадях и объемах. В этой программной среде можно преобразовывать исходный и создавать новый картографический материал разной тематической направленности с формированием атрибутивных данных в удобных табличных формах. Также можно выполнять проектировочные работы по изменению существующих границ полей и контуров, производить расчеты объемов срезов и заплонений, определяя оптимальный вариант для проведения планировочных работ территории.

**Результаты и обсуждение**

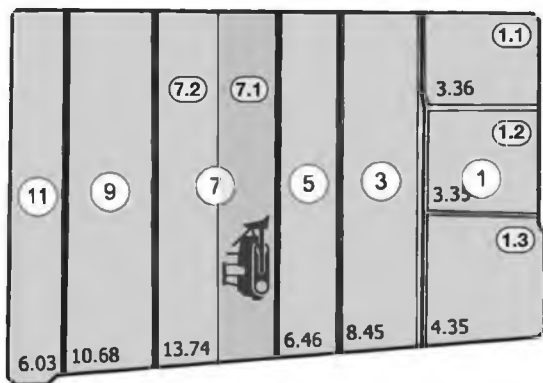
На карта-чеке под номером 7.1 (правая половина карты 7) в течение 3 дней (12–14 мая 2018 года), в качестве эксперимента, проводилось выравнивание поверхности с использованием спутниковой системы контроля качества обработки поверхности (рис. 2).

В кабине трактора расположен монитор, на котором отображаются направления всех движений, а под управлением автопилота полностью осуществляется работа по выравниванию поверхности. От механизатора не требуется особых знаний по управлению функционированием системы — нужен лишь контроль за тем, чтобы она была в рабочем режиме и отображала окраску уровня обрабатываемой поверхности на мониторе: синий, желтый, оранжевый, красный цвета — необходимо выполнять работу; зеленый окрас — ровная поверхность.

В 2018 году во ВНИИ риса проводились работы по дистанционному зондированию территории



**Рисунок 2.** Планировка рисового чека с применением спутниковой системы — TOPCON (ВНИИ риса 12–14 мая 2018 г.)



**Рисунок 3.** Часть рисовой оросительной системы опытно-производственного участка для анализа состояния выравненности поверхности (ВНИИ риса 12–14 мая 2018 г.)



**Рисунок 4.** Посев риса на чеке 7.1 (ВНИИ риса 16.05.2018 г.)



**Рисунок 5.** Затопление чеков водой — день первый. Номера с голубым фоном (соответствуют номерам карт полей) — затопляемые чеки. На красном фоне — номера карт, где осуществляется сброс воды (ВНИИ риса. Видеосъемка БПЛА 18.05.2018 г.)

с использованием небольших моделей беспилотных летательных аппаратов Inspire 1, Phantom 3 Pro, Phantom 4 Pro. С мая по сентябрь выполнялась видео и аэрофотосъемка в видимом и ближнем инфракрасном диапазонах спектра, для оценки состояния посевов по всем экспериментальным участкам рисовых чеков (рис. 1). Анализ имеющегося материала позволил подобрать подходящую аэрофотосъемку для создания картографического материала и построения цифровой модели местности — DEM (Digital Elevation Model), с помощью которых можно оценивать состояние урвненной поверхности рисовых чеков. В основном — это аэрофотосъемка раннего периода, проводимая в мае месяце, до появления всходов риса. Наиболее подходящим материалом являются аэрофотоснимки, полученные при выполнении аэрофотосъемки беспилотным летательным аппаратом Phantom 4 Pro, фотокамера которого дает возможность получать аэрофотоснимки с разрешением 20 мегапикселей.

Для оценки и анализа состояния поверхности в статье рассматривается группа из шести карта-че-

ков (1, 3, 5, 7, 9, 11), расположенных в правой нижней части опытно-производственного участка, на которых в мае месяце еще не было всходов риса (рис. 3).

После завершения выравнивания поля 7.1, был осуществлен посев риса на опытных делянках (рис. 4). После чего, засеянные рисом карта-чеки 7, 9, 11 затопливались водой в течение четырех дней. На рисунках 5, 6, 7 показан процесс затопления указанных территорий, который фиксировался на видеосъемку с воздуха с помощью беспилотного летательного аппарата DJI Inspire 1.

На карта-чеках 1, 3, 5 в этот период производился сброс воды. После затопления чеков на срезах происходит разуплотнение, а в местах насыпи — усадка почвы. Поэтому после сброса воды можно наблюдать изменение уровня их поверхности (рис. 6, 7).

На карта-чеке 3 отчетливо видны понижения, заполненные водой, следовательно на данном поле необходимо проводить работы по планировке поверхности. Для более эффективного выравнивания поверхности чеков, предварительно, сле-



**Рисунок 6. Третий день затопления чеков водой. (ВНИИ риса. Видеосъемка БПЛА 20.05.2018 г.)**



**Рисунок 7. Полностью затопленные водой карта-чеки 7, 9, 11 (на четвертый день). На карта-чеках 1, 3, 5 завершен сброс воды. На карте 3, в понижениях, остались участки, заполненные водой. (ВНИИ риса. Видеосъемка БПЛА 21.05.2018 г.)**

дует выяснить трудоемкость этого процесса, для чего естественно нужны количественные характеристики о перепадах высот. По сравнению с другими полями, внутри чековая поверхность имеет частые перепады высот, величину которых предстоит оценить по результатам полученных измерений. Измерения, можно проводить применяя различные способы.

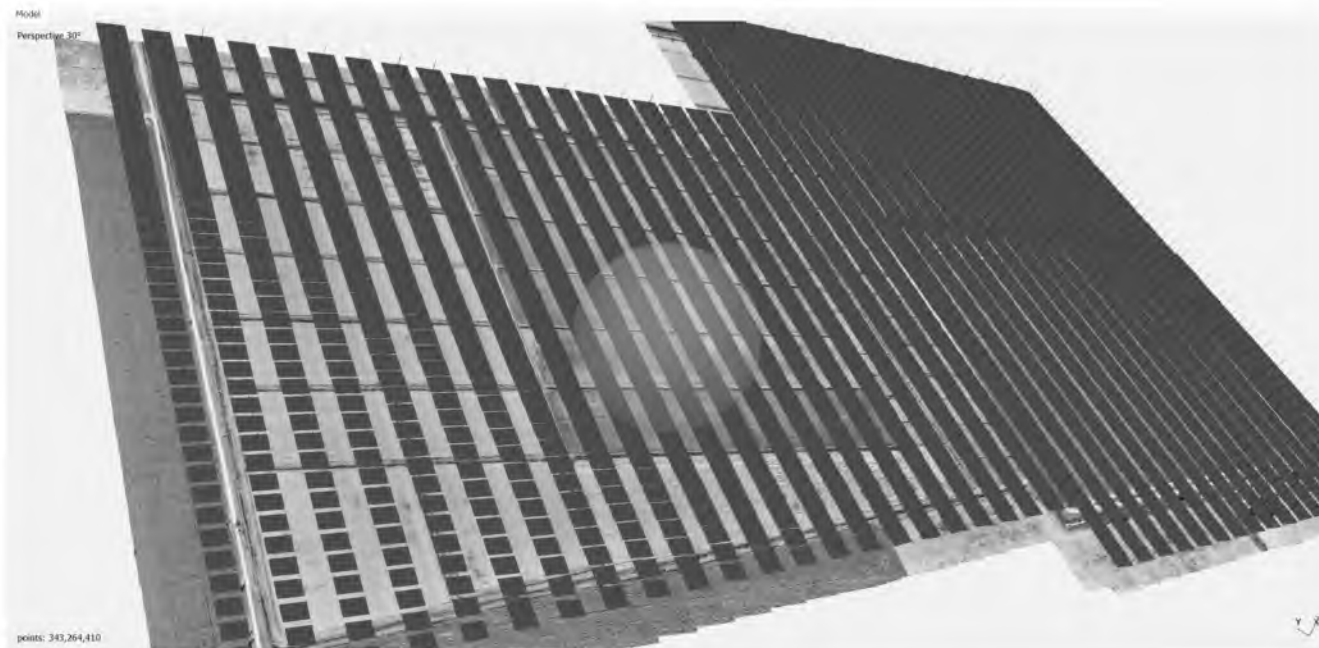
Традиционным и, пожалуй, самым точным является геодезический способ с различной вариацией технологий и использования геодезических приборов и оборудования. Он применяется лишь для измерений поверхности на основе использования отдельных точек. Так, например, для получения данных для построения плана с рельефом поверхности орошаемого поля, до недавнего времени, широко использовался метод нивелирования

по квадратам с размером сторон 20x20 метров. Но для чеков с плохой выравненностью поверхности такой, как на карте 3, нужно выполнять измерения с более плотным набором точек.

Через неделю, — 28 мая 2019 года, после сброса воды с чеков 7, 9, 11 была выполнена аэрофотосъемка беспилотным летающим аппаратом DJI Phantom 4 Pro. Это площадная (многомаршрутная) ортогональная аэрофотосъемка для создания цифровых планово-картографических материалов и цифровой модели местности с продольным и поперечным перекрытием снимков 70 % и 50 % соответственно, при высоте полёта 80 метров над точкой взлета (рядом со снимаемой территорией) (рис. 8).

В результате фотограмметрической обработки был изготовлен ортофотоплан, с разрешением





**Рисунок 8. Площадная (многомаршрутная) ортогональная аэрофотосъемка для создания цифровых планово-картографических материалов и цифровой модели местности (ВНИИ риса. Аэрофотосъемка БПЛА 28.05.2018 г.)**

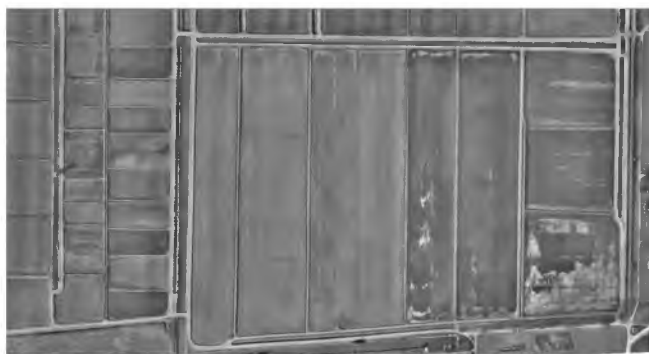
2,0 см/пикс и с такой же точностью была получена цифровая модель местности (DEM), которая показана в ГИС-приложении Global Mapper (рис. 9, 10).

При построении ортофотоплана использовались наземные опорные точки, которые были закреплены маркировочными знаками по всей территории экспериментальных участков. Координаты опорных точек получены с помощью приёмника GNSS Acervo GX9 в режиме RTK с точностью измерения — 10 мм в плане и — 20 мм по высоте. От точности определения геодезических координат зависит и качество точности построения картографического материала.

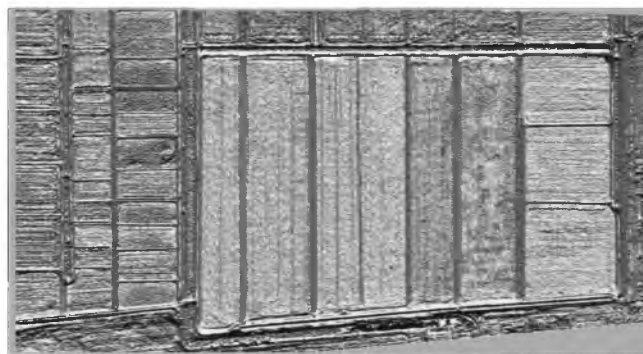
Опорные точки с геодезическими координатами необходимы для приведения получаемого ор-

тофотоплана и цифровой модели местности к геометрическому и пространственному соответствию отображаемой территории местности в уменьшенном масштабе. При создании ортофотоплана осуществляется контроль точности его построения по опорным и контрольным точкам, которые определяются при полевых геодезических измерениях.

В таблице 1 приведены значения погрешностей построения планово-картографического материала и цифровой модели местности. Общая погрешность создания картографического материала составляет — 1,166 см на местности, которая зависит от погрешностей координат по трем направлениям осей — X, Y и Z, имеющих соответствующие общие погрешности точек — 0,485 см, 0,716 см, 0,782 см.



**Рисунок 9. Ортофотоплан. Общая погрешность построения ортофотоплана — 1.16 см. (ВНИИ риса. Аэрофотосъемка БПЛА 28.05.2018 г.)**



**Рисунок 10. Цифровая модель местности (DEM) в ГИС-приложении Global Mapper. (ВНИИ риса. Аэрофотосъемка БПЛА 28.05.2018 г.)**



**Таблица 1. Оценка точности построения картографического материала и цифровой модели местности по контрольным точкам**

Label	X error (cm)	Y error (cm)	Z error (cm)	Total (cm)	Image (pix)
Pt 1	0,35717600	-0,39113500	-0,37100400	0,64668800	0,09600000
Pt 2	-0,90351800	-0,93362300	0,22803100	1,31909000	0,06600000
Pt 3	-0,88563000	0,28451100	0,22389800	0,95677400	0,06900000
Pt 4	-0,48398900	-0,13564100	0,61776700	0,79641700	0,11400000
Pt 5	-0,32155200	0,69344600	0,20120000	0,79040700	0,20400000
Pt 6	0,44847500	-0,00264603	0,06165050	0,45270000	0,08700000
Pt 7	-0,34652900	0,26742700	-0,42412200	0,60949100	0,14200000
Pt 8	0,60075400	-0,10370400	0,01144200	0,60974600	0,09000000
Pt 9	-0,19532500	0,10127900	-0,87960800	0,90670800	0,05600000
Pt 10	0,53396300	0,90533300	-0,42900500	1,13525000	0,06200000
Pt 11	0,47006400	1,33545000	-0,27746100	1,44269000	0,05500000
Pt 12	0,09080400	0,04753970	0,00870829	0,10286500	0,06700000
Pt 13	0,32991200	-0,29082200	-0,39103200	0,58849400	0,12700000
Pt 14	0,76973400	0,55211600	-0,60650600	1,12480000	0,12000000
Pt 15	-0,31431000	0,50281500	-0,89908900	1,07702000	0,18600000
Pt 16	-0,64279400	-2,10218000	2,32007000	3,19610000	0,16900000
Pt 16.1	0,01851480	0,73811400	-0,80895500	1,09525000	0,07700000
Pt 17	0,33466700	-0,09427090	-0,27593000	0,44387600	0,01400000
Pt 23	0,09773590	-0,56467500	0,48303100	0,74948600	0,03300000
Pt 23.1	-0,52655400	0,21931900	0,42005100	0,70838100	0,04600000
Pt 24	0,31240200	-0,45321000	0,20391500	0,58700500	0,07500000
Pt 2 5	-0,59193000	0,13297000	-0,16973800	0,62997900	0,03900000
Total	0,48491800	0,71618600	0,78244800	1,16632000	0,12600000



**Рисунок 11. Увеличенный фрагмент цифровой модели местности (DEM) с верхним слоем растрового ортофотоплана. Разрешающая способность – 2,0 см/пикс. ГИС-приложение Global Mapper. (ВНИИ риса. Аэрофотосъемка БПЛА 28.05.2018 г.)**



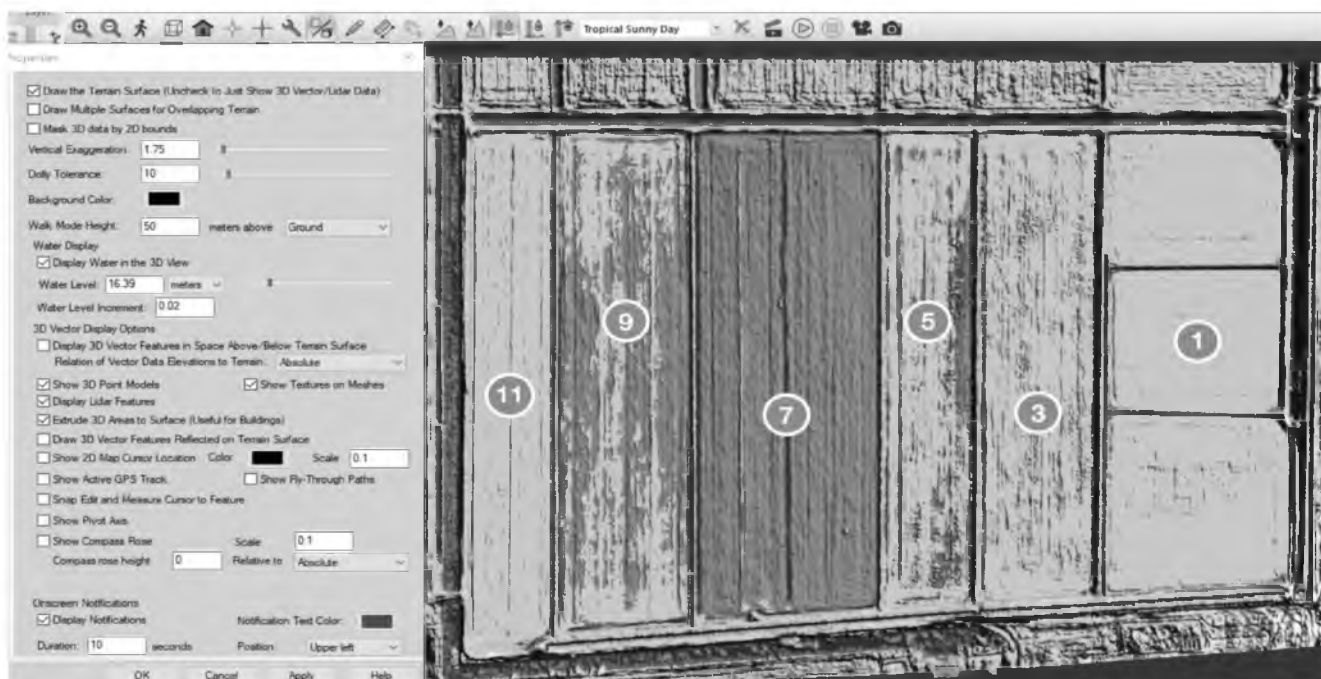
**Рисунок 12. Фрагмент цифровой модели местности (DEM). Разрешение – 2,0 см/пикс (ВНИИ риса. Аэрофотосъемка БПЛА 28.05.2018 г.)**

И, хотя в целом, результат построения картографического материала соответствует точностным параметрам, тем не менее, на общие погрешности большое влияние оказывает точка Pt16, у которой имеются максимальные отклонения по оси Y и по оси Z — -2,102 см, 2,320 см соответственно.

Возможность детального визуального просмотра пространственного расположения исследуемой территории отображена на рисунке 11, где хорошо видны элементы рисовой системы в объеме и шероховатости поверхности поля.

Качество и точностные характеристики полученных материалов позволяют в программной среде ГИС-приложения такой, как Global Mapper, анализировать состояние территории, извлекать необходимую информацию (в том числе, в виде заполненных табличных форм), производить преобразования, проектировать, моделировать ситуации. В этом приложении очень удобно работать с цифровыми моделями территорий. Здесь есть ряд возможностей и способов по определению состояния поверхности. Рассмотрим два из них.

Первый способ. Одной из возможностей ГИС-приложения Global Mapper, является моделирование (имитация) пошагового заполнения чеков водой. Задавать можно любую величину отметки уровня воды. В нашем исследовании она составляет 1 см. Начиная с минимального уровня поверхности территории, постепенно увеличивая значения отметок уровневой поверхности «наводнения» можно оценивать выравненность внутри границ полей, а также определять величины перепадов высот между чеками. Для наглядности, как показано на рисунке 12, анализ заполнения территории водой можно проводить и в трехмерном восприятии. На рисунках 13, 14 (на вклейке) приведены иллюстрации результатов моделирования по затоплению. При симуляции затопления чеков выявлено, что в первую очередь происходит заполнение водой верхней правой части поля карты 7 (чек 7.1), где, следовательно, и находятся самые минимальные значения отметок поверхности исследу-



**Рисунок 13. ГИС-приложение Global Mapper. Моделирование процессов заполнения чеков водой. Фрагмент цифровой модели местности (DEM) на часть территории с указанием номеров карт полей. (ВНИИ риса. Аэрофотосъемка БПЛА 28.05.2018 г.)**

емой территории — 16,23 метра над уровнем моря (рис. 14а). Далее, по мере затопления чека, вода начинает проявляться и в других местах: на второй части карты поля 7 (чек 7.2) — рисунок 14в, затем на картах 5 и 9 — рисунок 14д, далее на картах 3 и 11 — рисунок 14ж и в последнюю очередь на поле карте 1 (чеки 1.1, 1.2, 1.3) — рисунки 14м, 14л, 14н, 14о, 14п, 14р. Максимальные значения отметок — 17,05 метра над уровнем моря, проявились в середине верхнего чека 1.1, расположенного на карте 1, где между чеками существуют значительные перепады высот и выраженная террастность.

Следует заострить внимание на том, что когда уровень заполнения поднялся до отметки 16,65 метров над уровнем моря, то все чеки покрылись водной гладью, кроме поля карты 1 — рисунок 14к. Вода стала заполнять этот чек лишь с отметки 16,71 метра — рисунок 14м.

На рисунке 14 приведены некоторые из фрагментов динамики заполнения территории водой с интервалом увеличения отметок уровня воды через 1 сантиметр. Карта 7 имеет самые низкие отметки поверхности почвенного покрова.

В результате, при работе с цифровой моделью местности в ГИС-приложении, моделируя процесс заполнения чеков водой, можно наглядно наблюдать степень затопления поверхности территории, при изменении значений уровня воды. При этом получать количественные характеристики о высотах (рис. 14).

В таблице 2 приведены значения минимальных и максимальных отметок по каждому отдельному чеку, показан перепад высот между низким и высоким уровнем точек, а также отклонения высот точек от средних значений величин внутри полей и по всей группе участков.

Как видно из таблицы 2 (5-й столбец), в пределах границ каждого чека разница по высоте между точками имеет недопустимые отклонения, так, как: при строительстве, реконструкции и эксплуатации рисовых оросительных систем по действующим требованиям колебания отметок микрорельефа чеков не должны превышать  $\pm 5$  см. Накопленный опыт выращивания риса подтверждает, что неровности поверхности чеков, находящиеся в пределах  $\pm 10$ –13 см, приводят к снижению урожайности риса в 1,5–2,7 раза и увеличению расхода поливной воды в 1,7–3,4 раза [8].

Для наглядности и более четкого восприятия на рисунке 15 приведен график низких и высоких отметок поверхности в пределах границ полей и относительно ко всей территории.

Минимальные перепады высот (в пределах собственных границ) — 14–15 см на участках поля карты 1. Максимальные перепады высот на поле карты 3 — достигают 27 см.

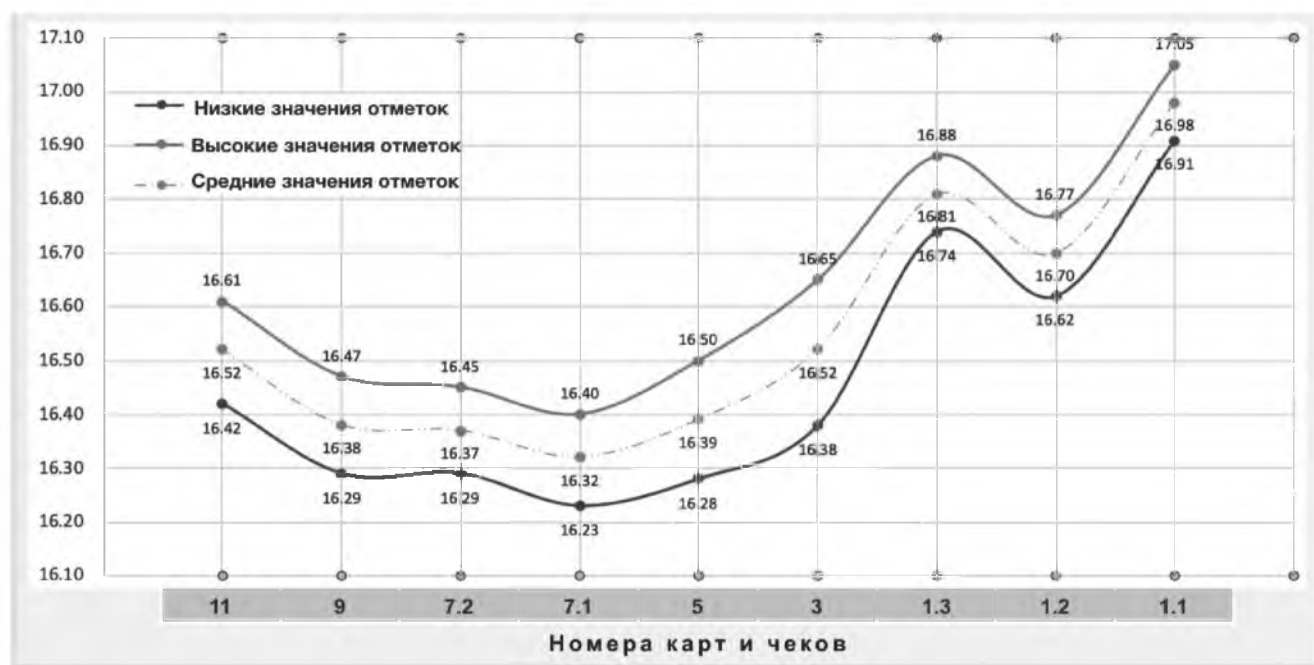
По графику видно, что минимальные значения высот поверхности находятся в правой части карты 7 (правая часть обозначена 7.1). Можно также судить о перепадах высот между соседними чеками и, в целом, перепадами полей по всей территории.

Второй способ. Более полную и точную оценку состояния уровенной поверхности рисовых полей можно проводить по множеству профильных разрезов в любом количестве, направлении и любого размера. Существует, также возможность задавать серию параллельных направлений любой плотности покрытия территории.

На рисунках 16, 17, 18, 19 (на вклейке) приведены фрагменты анализа поверхности рисовых чеков по серии параллельных профильных разрезов оди-

**Таблица 2. Показатели перепада высот в чеках. Величины отклонений максимальных и минимальных отметок от средних значений**

Номера карт	Площадь, га	$h_{max}$ , м	$h_{min}$ , м	$\Delta h = (h_{max} - h_{min})$ , м	$I(ч),_{cp}$ (по чеку), м	Откл. от $I(ч),_{cp}$ , м	$D(1) = (h_{max} - h(o)),_{cp}$ , м	$D(2) = (h_{min} - h(o)),_{cp}$ , м	$D(cp) = (I(ч),_{cp} - h(o)),_{cp}$ , м	$h(o),_{cp}$ общ. ср. знач., м
Карта 1.1	3,36	17,05	16,91	0,14	16,98	$\pm 0,070$	0,50	0,36	0,43	16,55
Карта 1.2	3,35	16,77	16,62	0,15	16,70	$\pm 0,070$	0,22	0,07	0,15	16,55
Карта 1.3	4,35	16,88	16,74	0,14	16,81	$\pm 0,070$	0,33	0,19	0,26	16,55
Карта 3	8,45	16,65	16,38	0,27	16,52	$\pm 0,135$	0,10	-0,17	-0,04	16,55
Карта 5	6,46	16,50	16,28	0,22	16,39	$\pm 0,110$	-0,05	-0,27	-0,16	16,55
Карта 7.1	17,80	16,40	16,23	0,16	16,37	$\pm 0,080$	-0,10	-0,26	-0,18	16,55
Карта 7.2	17,94	16,45	16,29	0,17	16,32	$\pm 0,085$	-0,15	-0,32	-0,24	16,55
Карта 9	10,68	16,47	16,29	0,18	16,38	$\pm 0,090$	-0,08	-0,26	-0,17	16,55
Карта 11	6,03	16,61	16,42	0,19	16,52	$\pm 0,090$	0,06	-0,13	-0,04	16,55
Итого	78,16									



**Рисунок 15. График отображения перепада высот в пределах границ исследуемой территории**

наковой протяженности, одновременно пересекающих поля карт с номерами 1, 3, 5, 7, 9, 11. Разрезы с заданным интервалом расположены поперек (перпендикулярно) выбранного направления: снизу — вверх (ось направления на рисунках указана желтым цветом). На рисунке 16 красным цветом выделена линия разрезов, где между сопряженными чеками карт полей 1 и 3 зафиксированы минимальные значения перепада высот — 0,315 метра. При этом отметка поверхности на карте поля 1 составляет — 16,796 метра над уровнем моря, а на карте 3 — 16,481 метра. На рисунке 17 красным цветом выделена линия разрезов, где между сопряженными чеками карт полей 1 и 3 зафиксированы максимальная разница высот — 0,535 метра. Отметка поверхности в этом месте на карте 1 имеет 17,037 метра над уровнем моря и является самой высокой частью всей обследуемой территории. На карте 3 отметка на линии разреза составляет 16,502 метра над уровнем моря.

На рисунке 18 приведена информация о минимальном перепаде высот между самым низким чеком 7.1 и самым высоким — 1.1, величина которого составляет — 0,481 метра. Значение высоты поверхности в точке линии разреза на чеке 1.1 составляет — 16,778 метра, а на чеке 7.1 — 16,297 метра над уровнем моря.

На рисунке 19 отображен максимальный перепад высот исследуемых площадей, составляющий 0,759 метра. Эта разница уровня отметок зафиксирована в одном из створов профильного разреза между чеком 7.1 карты 7 и чеком 1.1 карты 1.

Одной из причин вторичного засоления почв и гибели риса на рисовых оросительных системах яв-

ляется значительная террасность на фоне мелкой дренажной сети [3]. Как отмечают многие ученые, отрицательный эффект террасности заключается в том, что после затопления посевов риса смежные чеки вступают в гидравлическое взаимодействие, фильтрационные воды со стороны высоких чеков движутся к низким, вовлекая в это движение соли, продукты восстановительных процессов.

### Выводы

Материалы статьи, с многочисленными иллюстрациями и примерами в цифровом представлении, показывают, что применение технологий дистанционного зондирования с использованием крупномасштабной аэрофотосъемки, полученной при использовании беспилотной летательной техники, последующий анализ изготовленных цифровых планово-высотных картографических материалов и цифровых моделей местности в программной среде Global Mapper, является реальной возможностью. И, что с помощью полученных результатов, появляется возможность эффективными действиями приводить в порядок территории с недопустимыми перепадами высот на рисовых оросительных системах. Несмотря на то, что на чеке 7.1 проводилась планировка, тем не менее, максимальный перепад высот, как показали исследования, составляет порядка 17 сантиметров. А эффективность планировки орошаемых земель в первую очередь зависит от качества ее выполнения. Отклонения отметок от проектных на спланированной площади не должны превышать  $\pm 0,05$  м. Для повышения качества планировочных работ необходим полноценный анализ, алгоритм проведения которого описан в данной статье. На рисунке 20 (на вклейке) приве-

ден пример, где в программе Global Mapper произведен расчет оптимального варианта определения того уровня поверхности в чеке, при котором будут минимальные объемы земляных работ во время предстоящего выравнивания поля.

Величко Е. Б. и Шумакова Б. Б. особую роль придают высокоточной планировке рисовых чеков [2]. По их данным урожайность риса при колебани-

ях отметок чеков, спланированных с повышенной точностью равной  $\pm 3$  см, в 1,5 раза выше, а затраты поливной воды в 1,6 раза ниже, чем при отклонениях отметок чеков в пределах  $\pm 5$  см, то есть, повышение точности планировки на 2 см дает прибавку урожайности риса на 19,9 ц/га — (47 %) и экономию поливной воды в размере 1621 кубометра на тонну риса сырца — (36 %).

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ахмеджанов, М. А. Эксплуатационная планировка орошаемых земель в аридной зоне / М. А. Ахмеджанов. — М.: Колос, 1982. — С. 28–39
2. Величко, Е. Б. Технология получения высоких урожаев риса / Е. Б. Величко, Б. Б. Шумаков. — М.: Колос, 1984. — 84 с.
3. Мухамеджанов, Х. В. Влияние рельефа рисового поля на оросительную норму и урожайность риса: Автореф. дисс... канд. техн. наук / Х. В. Мухамеджанов. — Жамбыл, 1994. — 26 с.
4. Скубиев, С. И. Опыт применения БПЛА для мониторинга состояния посевов риса в Краснодарском крае / С. И. Скубиев, Д. А. Шаповалов, П. А. Лепехин // Рисоводство. — Краснодар, 2018. — 4 (41). С. 51–55.
5. Скубиев, С. И. Применение БПЛА в технологии точного земледелия / С. И. Скубиев, Х. Х. Аль-Хуссаири, В. Н. Чижиков, И. Е. Белоусов, Е. Е. Еризенко, Е. П. Максименко // Международная научно-практическая конференция с элементами школы молодых ученых «Научные приоритеты адаптивной интенсификации сельскохозяйственного производства». Краснодар, ВНИИ риса, 3–5 июля 2019 г. — С. 23–25.
6. Титов, И. И. Методы проектирования и производства планировочных работ на орошаемых землях / И. И. Титов. — Симферополь: Крымиздат, 1961 — 185 с.
7. Труфляк, Е. В. Дистанционный мониторинг посевов риса и алгоритм выявления неоднородностей / Е. В. Труфляк, С.И. Скубиев, В.В. Цыбулевский, Н.В. Малашихин // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2019. — Т. 16.3. — С. 110–124.
8. Шумаков, Б. А. Планировка поверхности орошаемых площадей для полива по длинным бороздам и полосам / Б. А. Шумаков, В. П. Петрунин // Сб. науч. тр. ЮжНИИГиМ, 1964. — Вып. 10. — С. 5–13.

### **Скубиев Сергей Иванович**

Заместитель начальника управления планирования и организации научных исследований  
E-mail: skb25@mail.ru

### **Skubiev Sergey I.**

Deputy Head of Planning and research organization department  
E-mail: skb25@mail.ru

### **Аль-Нуссаири Хусам Халаф**

Аспирант кафедры геодезии и геоинформатики  
E-mail: husamkalf@yahoo.com

### **Al-Nussairi Husam Khalaf**

Graduate student of the Department of Geodesy and Geoinformatics  
E-mail: husamkalf@yahoo.com

Все: ФГБОУ ВО Государственный университет по землеустройству

All: FSBEI HE State University of Land Management



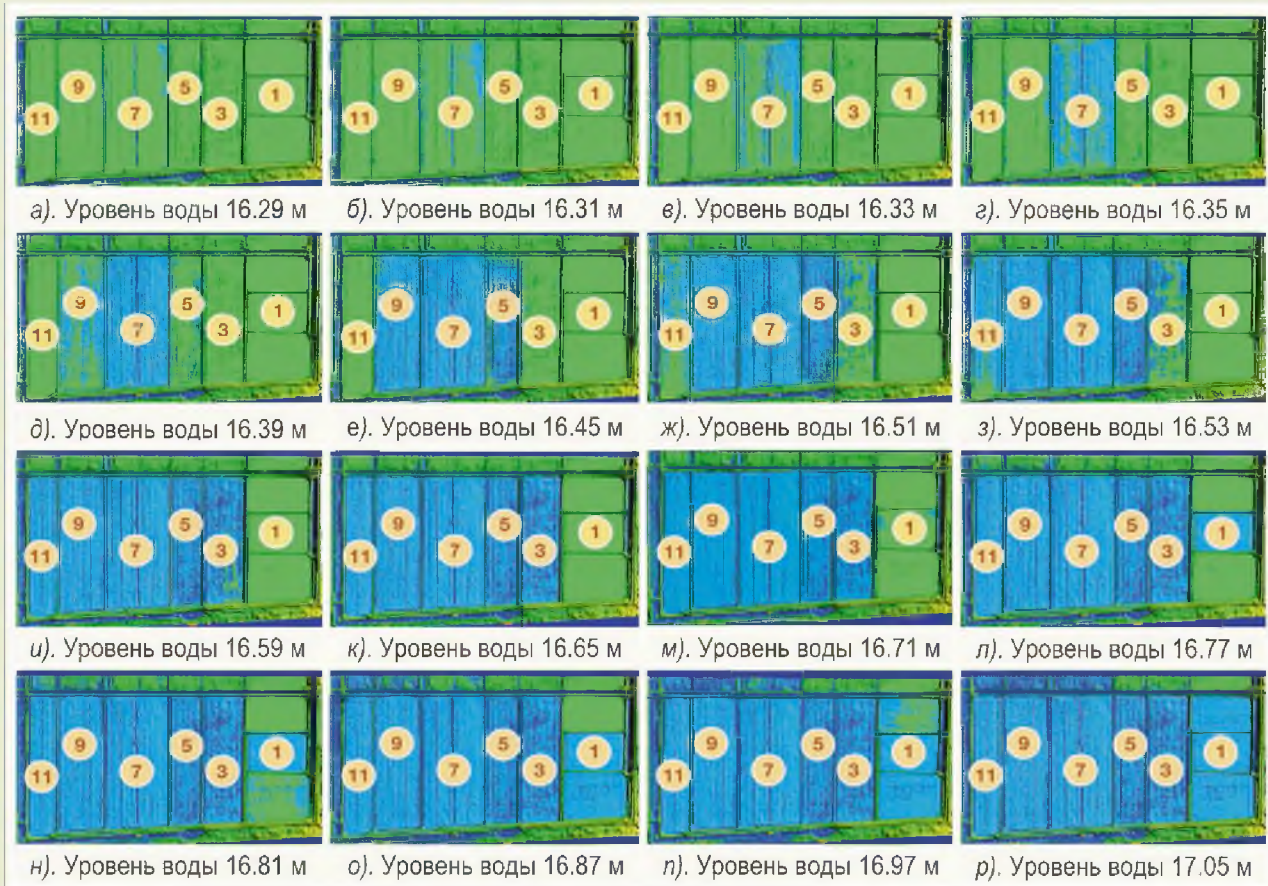


Рисунок 14. Динамика затопления рисовых полей. Начальное проявления воды — на карте 7 (отметка 16,27 м над уровнем моря). Выше отметки 17,04 м над уровнем моря (верхний чек карты 1) — полное покрытие водой всей отображенной территории. (ВНИИ риса. Аэрофотосъемка БПЛА 28.05.2018 г.)



Рисунок 16. ГИС-приложение Global Mapper. Красным цветом выделен профильный разрез с минимальным перепадом высот смежных полей — карты 1 и 3. (ВНИИ риса. Аэрофотосъемка БПЛА 28.05.2018 г.)



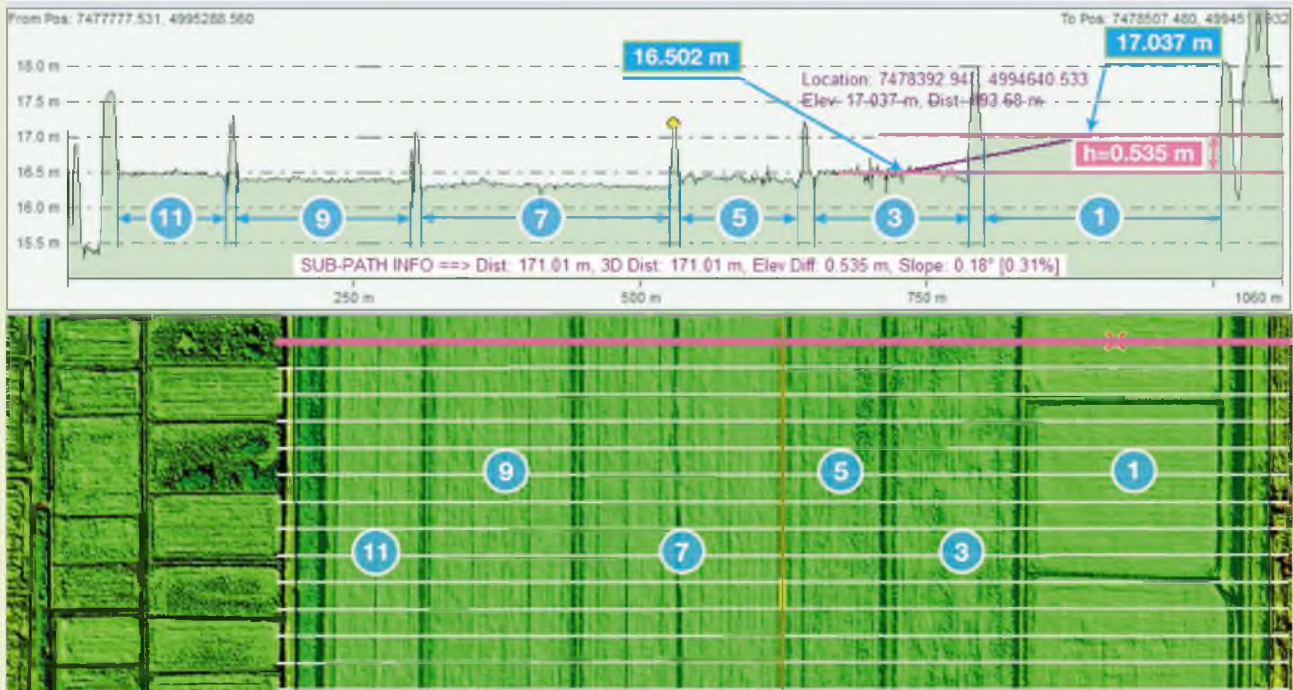


Рисунок 17. ГИС-приложение Global Mapper. Красным цветом выделен профильный разрез с **максимальным** перепадом высот смежных полей — карты 1 и 3. (ВНИИ риса. Аэрофотосъемка БПЛА 28.05.2018 г.)



Рисунок 18. ГИС-приложение Global Mapper. Красным цветом выделен профильный разрез с **минимальным** перепадом высот между **самым высоким уровнем поля** — карта 1 и **самым низким уровнем поля** — карта 7. (ВНИИ риса. Аэрофотосъемка БПЛА 28.05.2018 г.)



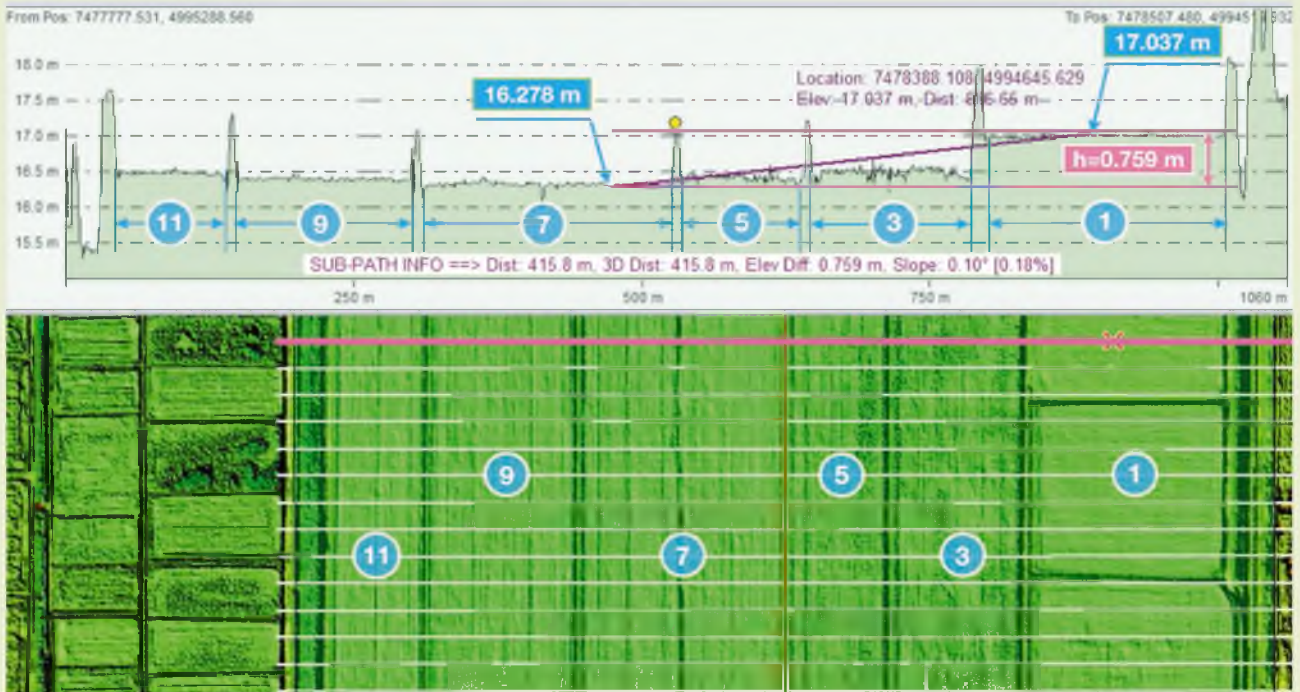


Рисунок 19. ГИС-приложение Global Mapper. Красным цветом выделен профильный разрез с **максимальным** перепадом высот между самым высоким уровнем поля — карта 1 и **самым низким уровнем поля** — карта 7. (ВНИИ риса. Аэрофотосъемка БПЛА 28.05.2018 г.)

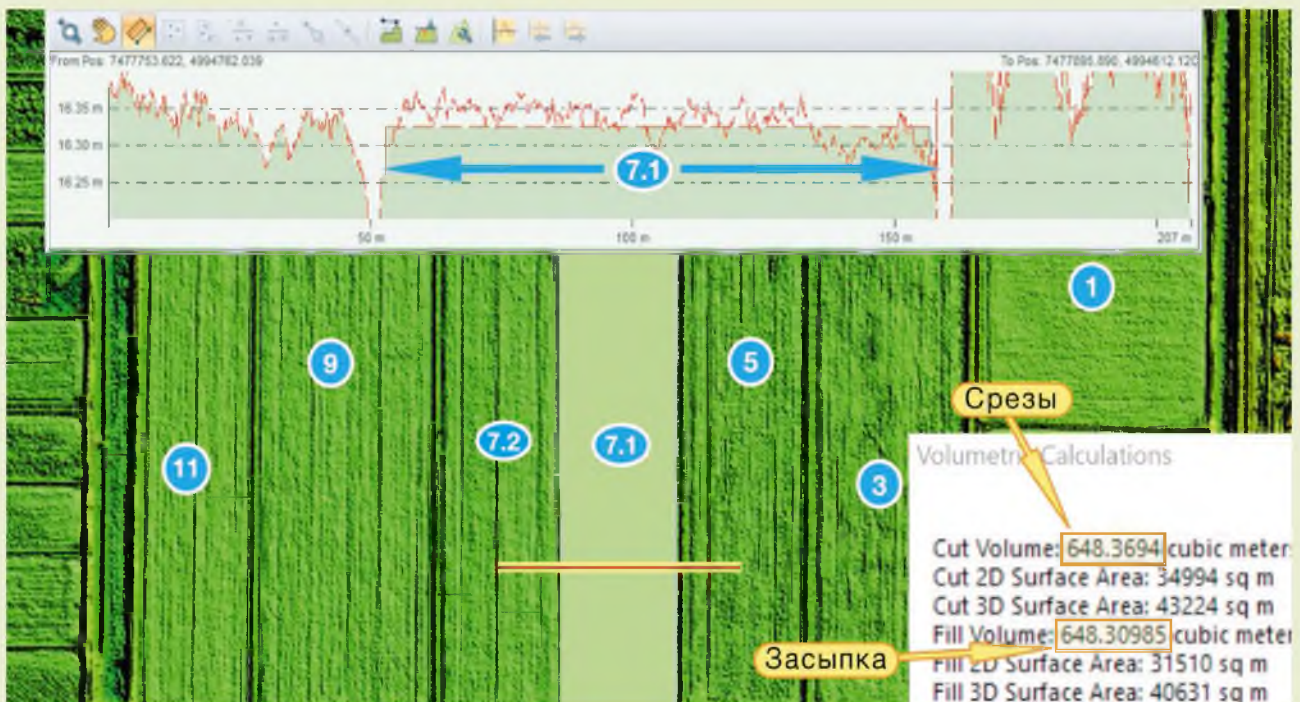


Рисунок 20. Оптимальный вариант определения уровня поверхности — 16,324 м для выравнивания чека 7.1, объем срезов поверхности практически равен объему засыпки. (ВНИИ риса. Аэрофотосъемка БПЛА 28.05.2018 г.)





## МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ С ЭЛЕМЕНТАМИ ШКОЛЫ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ

### «НАУЧНЫЕ ПРИОРИТЕТЫ АДАПТИВНОЙ ИНТЕНСИФИКАЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА»

**4–5 июля 2019 года на базе ВНИИ риса проходит Международная научно-практическая конференция с элементами школы молодых ученых «НАУЧНЫЕ ПРИОРИТЕТЫ АДАПТИВНОЙ ИНТЕНСИФИКАЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА»**

В работе конференции принял участие заместитель министра сельского хозяйства и перерабатывающей промышленности Краснодарского края Михаил Николаевич Тимофеев.

С докладами перед учеными выступили:

**Щедрин Вячеслав Николаевич**, академик РАН, доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник ФГБНУ «Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации»  
**Доклад «Мелиоративный комплекс России — проблемы и перспективы»**

**Надыкта Владимир Дмитриевич**, академик РАН, доктор технических наук, профессор, научный консультант ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт биологической защиты растений»  
**Доклад «Биологическая защита растений — основа получения органической растениеводческой продукции»**

**Харитонов Евгений Михайлович**, академик РАН, доктор социологических наук, профессор, научный руководитель ФГБНУ «ВНИИ риса»  
**Доклад «Роль высоко маржинальных продуктов в повышении экспортного потенциала России»**

**Шеуджен Асхад Хазретович**, академик РАН, доктор биологических наук, профессор,  
**Доклад «Биологизированные технологии возделывания сельскохозяйственных культур, обеспечивающие сохранение и восстановление пахотных земель»**

заведующий отделом прецизионных технологий ФГБНУ «ВНИИ риса»

**Доклад «Круговорот и баланс биогенных элементов в земледелии Краснодарского края»**  
**Волкова Галина Владимировна**, доктор биологических наук, заместитель директора по развитию и координации НИР ФГБНУ Всероссийского НИИ биологической защиты растений

**Доклад «Роль популяционных исследований возбудителей болезней в разработке стратегии защиты зерновых колосовых культур»**

**Ковалев Виктор Савельевич**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник отдела селекции, заместитель директора по научной работе ФГБНУ «ВНИИ риса»

**Доклад «Разработка и реализация моделей сортов для адаптивного рисоводства»**

**Василько Валентина Павловна**, кандидат сельскохозяйственных наук, профессор кафедры общего и орошаемого земледелия Кубанского государственного аграрного университета

**Доклад «Биологизированные технологии возделывания сельскохозяйственных культур, обеспечивающие сохранение и восстановление пахотных земель»**



**Скубиев Сергей Иванович**, кандидат экономических наук, директор Научно-производственного института «Земинформ», Государственный Университет землеустройства  
**Доклад «Применение беспилотных летательных аппаратов для оценки состояния рисовых полей»**  
**Костылев Павел Иванович**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник, заведующий лабораторией селекции, семеноводства и технологии возделывания риса ФГБНУ Аграрный научный центр «Донской»  
**Доклад «Использование маркерного контроля переноса генов стрессоустойчивости для создания новых сортов риса»**

В период с 3 по 5 июля 2019 года во Всероссийском научно-исследовательском институте риса состоялась Международная научно-практическая конференция с элементами школы молодых ученых «Научные приоритеты адаптивной интенсификации сельскохозяйственного производства». Мероприятие проводилось при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации и Российской академии наук.

В работе конференции приняли участие: заместитель министра сельского хозяйства и перерабатывающей промышленности Краснодарского края Михаил Тимофеев; директор ФГБНУ «Национальный центр зерна» им. П. П. Лукьяненко», академик РАН Александр Романенко; директор ФГБНУ «ФНЦ «Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур», академик РАН Вячеслав Лукомец; директор ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия», академик РАН Евгений Егоров; главный научный сотрудник ФГБНУ «Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации», академик РАН Вячеслав Щедрин; научный консультант ФГБНУ «ВНИИ биологической защиты растений», академик РАН Владимир Надыкта; научный руководитель ФГБНУ «ВНИИ риса», академик РАН Евгений Харитонов; заведующий отделом прецизионных технологий ФГБНУ «ВНИИ риса», академик РАН Асхад Шеуджен; заместитель директора по развитию и координации НИР ФГБНУ «Всероссийский НИИ биологической защиты растений», доктор биологических наук Галина Волкова; директор Научно-производственного института «Земинформ», кандидат эконо-

мических наук Сергей Скубиев; заместитель директора по научной работе ФГБНУ «ВНИИ риса», доктор сельскохозяйственных наук, профессор Виктор Ковалев; а также ученые из ведущих образовательных и научных организаций России и Казахстана.

С приветственным словом к участникам конференции обратился директор ФГБНУ «ВНИИ риса» Сергей Гаркуша. В своем выступлении он отметил значимость мероприятия с точки зрения глобальных экономических и природно-климатических изменений в мире. Только сельское хозяйство может обеспечить продовольственную безопасность — важнейший элемент национальной безопасности страны, сказал Сергей Валентинович. Необходим поиск альтернативной стратегии интенсификации сельскохозяйственного производства, главной особенностью которой должна стать наукоемкость, т.е. способность в наибольшей мере использовать громадный потенциал научных знаний, накопленных человечеством, ведь сельскохозяйственная наука по праву считается матерью всех других наук.

Цель конференции — консолидация молодых ученых НИИ и ВУЗов, а также специалистов в сфере сельского хозяйства для объединения междисциплинарных научных исследований в повышении интеграционных процессов и разработке инновационных продуктов и технологий для сельскохозяйственной отрасли.

Присутствующие были ознакомлены с научными и производственными посевами риса и овощных культур, где были представлены не только районированные, но и перспективные сорта и гибриды кубанской селекции.

Состоялось пленарное заседание по актуальным проблемам развития агропромышленного комплекса Российской Федерации.

5 июля конференция продолжилась секционными заседаниями, было заслушано 74 доклада молодых ученых, аспирантов и студентов, на которых рассматривались вопросы достижений и перспектив современной селекции и семеноводства, технологии возделывания сельскохозяйственных растений; интегрированной защиты; математического моделирования, цифровых и информационных технологий в агропромышленном комплексе; переработки сельскохозяйственной продукции.

Подведены итоги проводимого мероприятия. Состоялась дискуссия по актуальным вопросам развития агропромышленного комплекса. Всем участникам вручены дипломы и сертификаты.







## ДЕНЬ ПОЛЯ И МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «НАУЧНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВА БАХЧЕВЫХ И ТЫКВЕННЫХ КУЛЬТУР НА ЮГЕ РОССИИ»

22 августа 2019 года во Всероссийском научно-исследовательском институте риса состоялась День поля и Международная научно-практическая конференция «Научное обеспечение производства бахчевых и тыквенных культур на юге России».

В мероприятии приняли участие более 200 человек: ученые ведущих научно-исследовательских и образовательных учреждений России; представители селекционно-семеноводческих фирм; руководители, главные агрономы, специалисты овощеводческих хозяйств Краснодарского и Ставропольского края, Астраханской области; представитель ФГБУ Россельхозцентра по Краснодарскому краю.

Открыл совещание Сергей Гаркуша, директор ФГБНУ «ВНИИ риса». В своем вступительном слове он поприветствовал и поблагодарил всех участников, кто приехал на День поля бахчевых и тыквенных культур. Сергей Гаркуша отметил, что Юг России благодаря уникальному географическому положению является уникальным регионом для овощеводства и бахчеводства. Здесь на площади 240–250 тыс. га ежегодно получают 3,5–4,3 млн. тонн овощей, что составляет 30–35% валовых сборов по России. Проблемой остается семеноводство овощных и бахчевых культур. При норме потребления 15 кг плодов бахчевых культур в год, у нас потребляется 13,7 кг.

Присутствующие были ознакомлены с демонстрационными посевами отечественных и зарубежных сортов и гибридов бахчевых и тыквенных культур в поле: арбуз, дыня, тыква, кабачок, патиссон, огу-

рец селекции ВНИИ риса и других учреждений. Были представлены селекционные достижения Крымской ОСС-филиала ВИР (Крымск), Быковской опытной станции (Волгоград), ООО «СЕМКО» (Москва), Селекционной станции им. Н. Н. Тимофеева (Москва), фирмы MARUTANE (Япония).

Состоялось пленарное заседание, в котором выступили: начальник отдела управления растениеводства Министерства сельского хозяйства и перерабатывающей промышленности Краснодарского края Рязанов Андрей Юрьевич; заведующая отделом овощекartофелеводства ВНИИ риса Светлана Викторовна Королева; заведующий лабораторией бахчевых и луковых культур ВНИИ риса Виктор Эдуардович Лазько; научный сотрудник отдела генетических ресурсов и селекции овощных культур Крымской ОСС-филиала ВИР Кузьмин Семен Викторович; старший научный сотрудник Быковской опытной станции Варивода Елена Александровна; директор Кубанской ОСС-филиала ВИР Елацков Юрий Алексеевич; заместитель руководителя ФГБУ «Россельхозцентр» по Краснодарскому краю Казека Людмила Николаевна; индивидуальный предприниматель из Брюховецкого района Бобров Денис Владимирович и селекционер Медведев Анатолий Васильевич.

Подведены итоги проводимого мероприятия. Состоялась дискуссия по актуальным вопросам селекции, семеноводства и технологии возделывания бахчевых и тыквенных культур.







## ДЕНЬ ПОЛЯ РИСА

5 сентября 2019 года во Всероссийском научно-исследовательском институте риса состоялись День поля риса и научно-практическая конференция «Состояние и перспективы развития аграрной науки в условиях изменяющегося климата».

В мероприятии принял участие заместитель министра сельского хозяйства и перерабатывающей промышленности Краснодарского края Тимофеев Михаил Николаевич. В своем выступлении Михаил Николаевич отметил, что Краснодарский край является основным производителем риса в РФ, занимает 82 % от валового производства риса в России. В крае все есть для получения 1 млн. тонн риса, необходимо соблюдать рекомендации ученых по возделыванию этой ценной крупяной культуры.

С вступительным словом выступил Гаркуша Сергей Валентинович, директор ВНИИ риса. Он поприветствовал всех участников мероприятия и пожелал плодотворной работы. «...Мы обязаны получать урожайность риса в пределах 7,5–8,0 т/га, все возможности для этого есть. Нужна обратная связь от производства, какие сорта риса нужно создавать ученым, какие технологии? Вопрос качества сейчас на первом плане. Только при совместных усилиях науки и производства возможно добиться результата, а именно стабильно производить 1 млн. тонн риса хорошего качества...» — сказал Сергей Валентинович.

С приветственным словом к участникам конференции обратились: Полутина Татьяна Николаевна, проректор по международной и молодежной политике Кубанского государственного аграрного университета; Михилев Анатолий Васильевич, генеральный директор Национального союза селекционеров и семеноводов.

В совещании приняли участие начальники управлений сельского хо-

зяйства муниципальных рисосеющих образований Краснодарского края, руководители, инженеры, гидротехники и агрономы рисосеющих, крестьянских (фермерских) хозяйств Краснодарского края Ростовской и Астраханской областей; руководители обслуживающих предприятий, ученые из ведущих НИУ Южного Федерального округа.

Основная цель проводимого мероприятия — продвижение сортов риса селекции института на рынок, возможность привлечь сельскохозяйственные предприятия, научные учреждения к сотрудничеству по вопросам селекции, семеноводства и технологии возделывания риса.

Присутствующие были ознакомлены с ярмаркой новых перспективных сортов риса, где были представлены не только районированные, но и перспективные сорта кубанской селекции. Демонстрационный участок включал 48 сортов ведущих селекционных центров Краснодарского края, Ростовской области, Приморского края, Республик Украина, Казахстан, Узбекистан, стран дальнего зарубежья — Италии и Турции.

Были освещены вопросы технологии возделывания новых сортов риса, переданных на Государственное сортоиспытание, предусматривающие изучение норм высева семян, дозы внесения азотных удобрений.

Кроме того, в поле была представлена современная техника для внесения удобрений, проведения опрыскиваний, уборки растений риса.

Состоялось пленарное заседание, в котором выступили ученые из Краснодарского края, Ростовской области, Ставропольского края. Завершилось мероприятие дискуссией по актуальным проблемам развития агропромышленного комплекса Российской Федерации и вручением дипломов выступившим участникам конференции.







## ВИЗИТ ДЕЛЕГАЦИИ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ ПРОФСОЮЗА РАБОТНИКОВ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА ЮФО

19 сентября 2019 года во Всероссийский научно-исследовательский институт риса состоялся визит делегации в рамках программы повышения квалификации профсоюзных кадров и активов ЮФО профсоюзов работников АПК Российской Федерации.

В состав делегации вошли: заместитель председателя Профсоюза работников агропромышленного комплекса Российской Федерации Галина Михайловна Юрова, председатель Краснодарской краевой организации Профсоюза работников АПК РФ Малахов Иван Александрович, председатель Крымской Республиканской организации Профсоюза работников АПК Шевцов Александр Сергеевич, представители из Ростовской, Волгоградской областей,

Республики Адыгея, а также районных и городских организаций Профсоюза работников АПК Краснодарского края.

В ходе визита гости посетили: лабораторию качества риса, коллекцию генетических ресурсов, лабораторию биотехнологии и молекулярной биологии, группу исходного материала отдела селекции. Большой интерес вызвал показ демонстрационного поля риса, посещение музея института.

Подведением итога визита делегации представителей Профсоюза работников агропромышленного комплекса Южного Федерального округа, стала дегустация блюд из различных сортов риса, в том числе красного и черного.



УДК 635.652:631.531.01(470.62)

**И. В. Козлова,**  
**А. И. Грушанин,** канд. с.-х. наук,  
**Н. Н. Бут,**  
г. Краснодар, Россия

### ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ВЫРАЩИВАНИЯ СЕМЯН ОВОЩНОЙ ФАСОЛИ В ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ

*В структуре посевных площадей Краснодарского края фасоль занимает незначительное место. Это связано с нехваткой семенного материала новых высокоурожайных сортов, пригодных для переработки и отвечающих современным технологиям возделывания. В связи с этим целью исследований является определение адаптивного потенциала сортов фасоли овощной по коэффициенту размножения и структуре урожайности зерна, для эффективного ведения семеноводства в почвенно-климатических условиях центральной зоны Краснодарского края. В статье представлены результаты комплексной оценки четырех сортов фасоли овощной на адаптивность, пластичность и стабильность. На коэффициент размножения семян, изучаемых сортов фасоли овощной, в большей степени влияют (58,3 %) погодные условия. Генетические особенности сортов также оказывают существенное влияние, хотя и в меньшей степени (40,4 %). Наибольшим коэффициентом размножения обладают сорта Собрат и Златовласка. Они способны формировать большее количество семян в урожае с 1 га (в среднем 66,0–66,3 шт с 1 растения) в благоприятных погодных условиях за счет увеличения количества бобов на каждом растении. Сорта Амальтея и Росинка слабее отзываются на изменения факторов среды, имеют меньший коэффициент размножения (в среднем 56,3–57,2 шт с 1 растения), но при неблагоприятных погодных условиях выращивания (высокая температура воздуха и почвы, недостаток воздушной влаги) способны давать хоть не большой, но стабильный урожай семян.*

**Ключевые слова:** фасоль овощная, сорта, семенная продуктивность, коэффициент адаптивности, пластичность, стабильность, урожайность зерна.

### EVALUATION OF POTENTIAL POSSIBILITIES OF GROWING VEGETABLE BEANS SEEDS IN SOIL-CLIMATE CONDITIONS OF THE KRASNODAR REGION

*In the structure of sowing areas of Krasnodar region, bean occupies an insignificant place. This is due to the lack of seed material of new high-yielding varieties suitable for processing and meeting modern cultivation technologies. In this regard, the aim of the research is to determine the adaptive potential of vegetable bean varieties according to the reproduction rate and grain yield structure, for effective seed production in the soil and climatic conditions of the central zone of Krasnodar region. The article presents the results of a comprehensive assessment of four varieties of vegetable beans for adaptability, plasticity and stability. The weathering conditions (58.3 %) have a greater influence on the breeding rate of seeds of the studied varieties of vegetable beans. The genetic characteristics of the varieties also have a significant impact, although to a lesser extent (40.4 %). The highest breeding rates are observed in varieties Sobrat and Zlatovlaska. They are able to form a larger number of seeds in a yield from 1 ha (an average of 66.0–66.3 pcs. from 1 plant) in favorable weather conditions due to an increase in the number of beans on each plant. Varieties Amalthea and Rosinka respond weaker to environmental factors, have a lower reproduction rate (on average 56.3–57.2 pcs. from 1 plant), but under adverse weather conditions (high air and soil temperatures, lack of air moisture) give at least a small but stable seed yield.*

**Key words:** vegetable bean, varieties, seed productivity, adaptability coefficient, plasticity, stability, grain yield

#### Введение

Фасоль одна из самых ценных продовольственных культур. Семена и незрелые бобы фасоли обладают высокими вкусовыми качествами, их широко используют в кулинарии и консервной промышленности. Постоянно возрастающий интерес к фасоли обусловлен ценными пищевыми качествами, большим содержанием белка и целого ряда микроэлементов, влияющих на самочувствие, работоспособность и здоровье человека. Эта культура играет большую роль в деле ликвидации дефицита полноценного белка в питании человека [11].

В структуре посевных площадей Краснодарского края фасоль занимает незначительное место. Это связано с нехваткой новых высокоурожайных сортов, пригодных для переработки и отвечающих современным технологиям возделывания. Для обеспечения возрастающих потребностей населения в таком ценном продукте питания необходимо увеличение посевных площадей, а, следовательно, и производства отечественных семян фасоли. В настоящее время разработана подпрограмма «Развитие селекции и семеноводства сельскохозяйственных культур в Краснодарском

крае» на период с 2016–2021 годы, целью которой является создание на территории Краснодарского края оптимальных условий для развития селекции и производства конкурентоспособных отечественных сортов и гибридов сельскохозяйственных культур, адаптированных к местным условиям, и развития собственного конкурентоспособного рынка семян сельскохозяйственных культур [12]. При этом важной задачей селекции является создание сортов и гибридов  $F_1$  со стабильной реализацией потенциальных возможностей, с высоким уровнем пластичности, устойчивости к неблагоприятным факторам среды [10].

Семеноводство является наукоемким и динамично развивающимся элементом системы растениеводства. Поэтому среди основных направлений научных исследований в семеноводстве выделяют разработку технологий выращивания семян [9].

Следует отметить, что фасоль теплолюбива, но не жаростойка. Наиболее благоприятной температурой воздуха для роста и развития растений фасоли является 20–25 °С. Поэтому использование сортов, не приспособленных к климатическим условиям Кубани, часто приводит к снижению продуктивности растений, так как при повышении температуры воздуха до 30 °С в период вегетации фасоли в нашем регионе происходит массовое осыпание цветков и даже завязи.

#### **Цель исследований**

Провести адаптивную оценку среднеспелых сортов овощной фасоли по коэффициенту размножения и структуре урожайности, для эффективного ведения семеноводства в условиях центральной зоны Краснодарского края.

#### **Материалы и методы**

Опыты закладывались в 2012–2018 гг. в центральной почвенно-климатической зоне Краснодарского края в полевых условиях на территории опытного участка ФГБНУ «ВНИИ риса» в соответствии с «Методикой полевого опыта в овощеводстве» [6, 8].

Материалом исследований послужили 4 сорта фасоли овощной среднего срока созревания: Амальтея, Собрат и Златовласка селекции отдела овощеводства ФГБНУ «ВНИИ риса» и сорт Росинка селекции ФГБНУ «Крымская опытно-селекционная станция ВИР».

Агротехнические работы на опытных полях выполняли в соответствии с рекомендациями по выращиванию фасоли, разработанными в ФГБНУ «ВНИИ риса» [13]. Посев производили непосредственно семенами в хорошо подготовленную почву (третья декада апреля). Семена высевали по ленточной схеме (90+50) через 9–10 см. Густота стояния растений 143–158 тыс. шт./га. Площадь учетной делянки 10 м<sup>2</sup>, повторность четырехкратная. Размещение делянок систематическое со смещением по ярусам. Результаты исследований обработаны методами биометрической статистики [5, 15], ана-

лиз метеорологических показателей, их сопоставление со средними многолетними значениями — по данным метеостанции Краснодар-Круглик, г. Краснодар [2].

Для учета урожая семян — фасоль убирали вручную. Вырывали по 20 растений целиком. После подсыхания стеблевой массы проводили обмолот зерна с одновременным описанием растений. При этом фиксировали следующие признаки: высота куста и прикрепления нижнего боба относительно поверхности почвы; форма, размер, окраска сухих бобов, количество их на одном растении, количество семян в бобе и масса 1000 зерен.

Рассчитывали коэффициент размножения семян, как отношение количества семян в урожае с единицы площади к количеству семян, высеянных на данной площади [3].

Расчет коэффициента адаптивности производился по методу Л. А. Животкова [7]. Для анализа продуктивного и адаптивного потенциала сортов по варьированию их урожайности использовали в качестве стандарта «среднесортную урожайность», так как её величина выражает общую норму реакции определённой совокупности сортов на факторы внешней среды в каждом конкретном году [4].

Количественные методы оценки экологической пластичности сортов сельскохозяйственных растений в системе «сорт — среда — урожай» разработаны Эберхартом и Расселом [1]. Этот метод позволяет рассчитывать два параметра: коэффициент линейной регрессии  $b_i$  и дисперсии  $S^2_{gi}$ . Коэффициент линейной регрессии  $b_i$  показывает реакцию сорта на улучшение условий выращивания, коэффициент дисперсии — стабильность сорта в различных погодных и почвенных условиях. Оба компонента определяли при помощи дисперсионного и регрессионного анализов с обработкой данных в программе Excel.

#### **Результаты и обсуждение**

Урожайность семян овощной фасоли является результирующим показателем оценки семенной продуктивности сорта. В период вегетации фасоль имеет два критических периода, от которых, в основном, зависит урожай семян — это цветение — завязывание бобов и фаза налива зерна. Воздействие абиотических факторов среды (высокая температура воздуха и почвы, солнечная инсоляция, недостаток воздушной влаги), а так же сочетание погодных условий именно в эти периоды оказывает наиболее существенное влияние на семенную продуктивность сортов овощной фасоли.

Годы исследований (2012–2018) различались контрастными погодными условиями, но их действие на растения удалось сгладить путем применения капельного орошения.

На изменение погодных условий по годам, сорта овощной фасоли реагировали по-разному (табл. 1). Из полученных данных видно, что сорт Златовласка в среднем за семь лет исследований



Таблица 1. Урожайность семян овощной фасоли по годам

Годы	Амальтея		Собрат		Златовласка		Росинка		Средне сортовая урожайность, т/га
	Урожайность, т/га	Коэффициент адаптивности по урожайности	Урожайность, т/га	Коэффициент адаптивности по урожайности	Урожайность, т/га	Коэффициент адаптивности по урожайности	Урожайность, т/га	Коэффициент адаптивности по урожайности	
2012	1,89	0,94	2,16	1,07	2,30	1,14	1,70	0,85	2,01
2013	2,54	1,01	2,55	1,01	2,68	1,06	2,31	0,92	2,52
2014	2,32	0,92	2,70	1,07	2,90	1,16	2,10	0,84	2,51
2015	2,44	0,98	2,60	1,04	2,70	1,08	2,25	0,90	2,50
2016	1,96	0,90	2,40	1,11	2,50	1,15	1,80	0,83	2,17
2017	2,15	1,00	2,00	0,93	2,6	1,21	1,82	0,85	2,14
2018	1,62	0,94	1,60	0,93	2,00	1,16	1,65	0,96	1,72
Коэффициент вариации, %	15,4		17,2		11,7		13,8		
Средняя	2,13	0,96	2,29	1,03	2,53	1,14	1,95	0,88	2,22
НСР <sub>05</sub> по урожайности									0,17

достоверно превысил среднесортовую урожайность, а остальные образцы показали результат в пределах НСР<sub>05</sub>. Установлено, что сорта Златовласка и Собрат характеризовались наиболее высоким потенциалом урожайности семян. Средний коэффициент адаптивности за семь лет у этих сортов составил 1,14 и 1,03 соответственно. Наименьшая урожайность была отмечена у сорта Росинка. В наиболее благоприятный по сочетанию погодных условий год урожайность семян этого образца составила 2,3 т/га (средний коэффициент адаптивности за время проведения опыта 0,88). Коэффициент вариации по урожайности характеризовал все сорта средней степенью изменчивости ( $V=10-20\%$ ). Среднесортовая вариабельность урожайности в период исследований колебалась в пределах 11,7–17,2 %.

Поскольку семенная продуктивность и урожайность семян овощной фасоли является результирующим показателем всех агроэкологических условий, действующих на генетический потенциал сортов, структура урожая семян является важным показателем. В ней отражено влияние всех внешних воздействий на элементы продуктивности одного растения. Биологические параметры продуктивности по сортам (количество бобов на растении, количество зерен в бобе и масса 1000 зерен) приведены в таблице 2.

За семь лет изучения в опыте количество бобов на растении варьировало по сортам в пределах от 11,6 до 14,5 шт. на 1 растение. Достоверное превышение над среднесортовым количеством бобов наблюдалось у сортов Собрат и Росинка — 14,2 и 14,5 шт. на растение соответственно. Сла-

бая изменчивость признака (8,4 %) отмечена у сорта Росинка, остальные образцы характеризуются средней изменчивостью (10,5–14,4 %). По «количеству зерен в бобе» достоверно превосходил среднее сортовой показатель только сорт Златовласка (5,1 шт.). Остальные сорта по этому признаку были ниже или превышение было не достоверным. Величина признака в физическом выражении варьировала в пределах от 3,6 шт.(сорт Росинка) до 5,6 шт.(сорт Златовласка). Слабая изменчивость этого признака наблюдалась у сортов Амальтея, Собрат и Росинка (5,8 %; 5,5 % и 6,8 % соответственно), средняя — у сорта Златовласка (12,6 %).

В опыте отмечено достоверное различие между сортами по массе 1000 зерен. Самое высокое значение этого признака было у сорта Златовласка (269,2 г), самое мелкое у сорта Росинка (236,3 г). Масса 1000 зерен — слабо варьирующий технологический признак, характеризующий сорт. Варьирование этого признака в течение проведения опыта было незначительным по всем сортам и находилось в пределах 1,0–2,3 %. Следует отметить, что максимальное значение массы 1000 зерен в среднем по сортам отмечено в 2014 году — 272,5 г.

Для размножения сортов важным показателем является количество семян в урожае с единицы площади, то есть коэффициент размножения семян. По коэффициенту размножения семян в среднем за семь лет выделились сорта Златовласка и Собрат (рис. 1). В наиболее благоприятные по сочетанию погодных условий годы, коэффициент размножения этих сортов достигал 80,16 — 80,6 шт./шт., а у сортов Амальтея и Росинка — 66,22 — 66,42 шт./шт.



Таблица 2. Семенная продуктивность сортов фасоли овощной и ее составляющие (2012–2018 гг.)

Годы	Количество бобов на растении, шт.					Количество зерен в бобе, шт.					Масса 1000 зерен, г				
	сорт				среднее	сорт				среднее	сорт				среднее
	Амальтея	Собрат	Златовласка	Росинка		Амальтея	Собрат	Златовласка	Росинка		Амальтея	Собрат	Златовласка	Росинка	
2012	10,4	12,4	12,6	14,2	12,4	4,7	4,5	4,6	3,6	4,35	270,4	270,7	277,5	232,6	262,8
2013	13,4	16,7	15,1	16,2	15,4	4,9	4,8	5,0	4,1	4,7	270,5	222,5	248,2	243,2	246,1
2014	11,6	13,1	12,1	14,3	12,8	5,2	5,3	5,5	4,2	5,05	269,0	271,9	304,7	244,5	272,5
2015	12,7	15,8	15,5	15,4	14,8	5,1	4,8	5,2	4,3	4,85	263,4	239,7	234,3	237,6	243,8
2016	11,0	13,8	11,3	13,0	12,3	4,8	4,5	5,6	4,1	4,75	259,6	270,3	276,3	236,2	260,6
2017	11,7	15,2	13,7	15,2	14,0	5,0	4,6	5,3	3,7	4,65	257,0	200,0	250,4	226,3	233,4
2018	10,0	12,2	10,6	13,0	11,5	4,3	4,0	4,5	3,8	4,15	263,5	229,3	293,2	233,6	254,9
среднее	11,6	14,2	13,0	14,5	13,3	4,8	4,6	5,1	4,0	4,64	264,8	243,5	269,2	236,3	253,4
Коэффициент вариации, %	10,5	12,4	14,4	8,4		5,8	5,5	12,6	6,8		1,7	1,0	1,2	2,3	
HCP <sub>05</sub>	0,77	0,50	0,61	0,29	0,51	0,28	0,44	0,26	0,47	0,32	1,69	2,14	1,78	2,15	2,09

В физическом выражении коэффициент варьировал в пределах от 43,0 до 80,6 (табл. 3). Наименьший средний коэффициент размножения (56,2) наблюдался у сорта Амальтея. Не на мно-

го превосходил его сорт Росинка (средний коэффициент за период проведения опыта составил 57,5). В зависимости от погодных условий года у сортов Собрат и Златовласка наблюдалось варьирование коэффициента от 16,8 % до 16,9 % соответственно. Самое слабое варьирование коэффициента размножения наблюдалось у сорта Росинка (12,0 %).

Дисперсионный анализ полученных данных выявил доли влияния на коэффициент размножения генотипической и экологической изменчивости, а так же их взаимодействие. Изучение взаимодействия между коэффициентом размножения зерна овощной фасоли и погодными факторами позволили установить специфику вклада в потенциальную продуктивность, как генотипа сорта, так и погодных условий года. Согласно полученным данным различия по коэффициенту размножения семян в системе «сорт-среда-урожай» являются достоверными ( $F_{\phi} > F_{\tau}$ ) (табл. 4). Однако на изменчивость количества семян в большей степени (58,3 %) оказывают влияние погодные условия. Генетические особенности сортов также оказывают существенное влияние на коэффициент размножения, хотя и в меньшей степени (40,4 %). Эффект взаимодействия погодных условий и сорта овощной фасоли очень мал и составляет 1,3 %.

Для увеличения производства семян овощной фасоли необходима оценка экологической пластичности сортов по структуре урожая зерна в условиях центральной зоны Краснодарского края. В изучаемой группе сортов, наибольшей пластич-

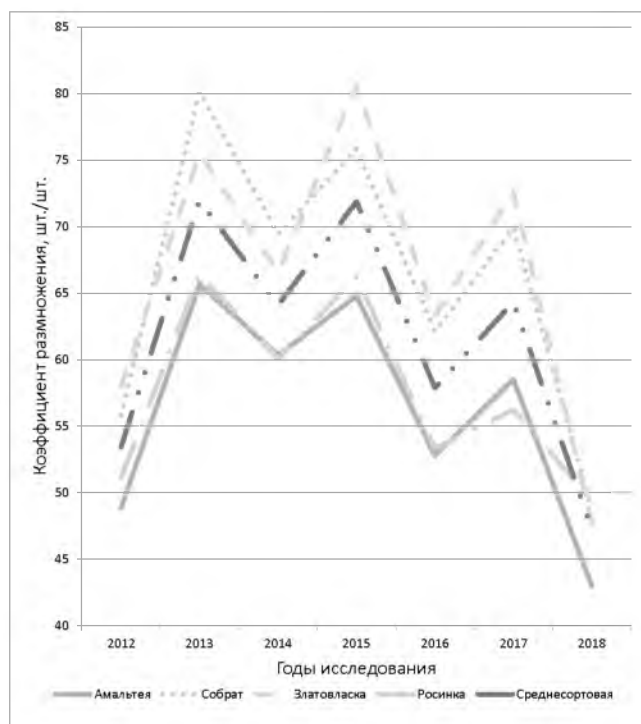


Рисунок 1. Коэффициент размножения семян овощной фасоли по годам

Таблица 3. Коэффициент размножения сортов овощной фасоли

Годы	Амальтея	Собрат	Златовласка	Росинка	Средне сортовой коэффициент размножения
2012	48,88	55,8	57,96	51,12	53,4
2013	65,66	80,16	75,5	66,42	71,9
2014	60,32	69,43	66,55	60,06	64,1
2015	64,77	75,84	80,6	66,22	71,9
2016	52,8	62,1	63,28	53,30	57,9
2017	58,5	69,92	72,61	56,24	64,3
2018	43,0	48,80	47,7	49,40	47,2
Коэффициент вариации, %	14,94	16,79	16,85	12,03	
Средний коэффициент по сорту	56,28	66,01	66,31	57,53	61,5
НСР <sub>05</sub>					0,13

Таблица 4. Результаты двух факторного дисперсионного анализа коэффициента размножения зерна овощной фасоли

Виды варьирования	Число степеней свободы	Сумма квадратов	Дисперсия	Критерий Фишера (F)	
				фактическое	табличное
Среда — коэффициент размножения (фактор А)	6	5715,7	952,6	72957,6	2,3
Коэффициент размножения — сорт (фактор В)	3	1977,2	659,1	50476,4	2,8
Взаимодействие	18	380,9	21,2	1620,6	1,8
Погрешность	56	0,7	0,01		
Общее	83	8074,5			

ностью по урожайности и большинству признаков (количество бобов на растении, количество зерен в бобе, коэффициент размножения) характеризовался сорт Златовласка (табл. 5). Отзывчивость на улучшение погодных условий так же проявил сорт Собрат (коэффициент регрессии у этих сортов был  $b_i \geq 1$ ). По признаку «масса 1000 зерен» пластичными оказались сорта Амальтея и Росинка, у которых коэффициент регрессии составил 1,33 и 1,32 соответственно.

Важным показателем при оценке сортов фасоли является величина относительной стабильности генотипа, что в нашем эксперименте очень четко выразилось в высокой стабильности признаков «количество зерен в бобе» и «урожайность зерна» ( $S^2_{gi} < 1$ ). Относительная стабильность генотипа по признаку количество бобов на растении соответствует среднему уровню ( $1 < (S^2_{gi}) < 20$ ) (табл. 6).

Изменчивость признака «коэффициент размножения» достиг уровня «значительной» ( $S^2_{gi} < 1$ ). Сорта Собрат и Златовласка по признаку «масса 1000 зерен» проявили средний уровень стабильности, а сорта Амальтея и Росинка — высокий.

#### Выводы

Комплексная оценка сортов фасоли овощной на адаптивность, пластичность и стабильность в почвенно-климатических условиях центральной зоны Краснодарского края показала следующее:

— установлена статистическая достоверность различий показателей, влияющих на урожайность и коэффициент размножения изучаемых сортов фасоли овощной в зависимости от их генетического потенциала и погодных условий года, при этом большее влияние (58,3 %) на коэффициент размножения семян оказывают погодные условия, а доля влияния генотипа изучаемых сортов составляет 40,4 %;

**Таблица 5. Отзывчивость сортов фасоли овощной на изменение условий среды ( $b_i$  — коэффициент регрессии) (в среднем за 2012–2018 гг.)**

Показатели продуктивности	Амальтея	Собрат	Златовласка	Росинка
Количество бобов на растении	0,85	1,23	1,41	0,86
Количество зерен в бобе	0,59	1,12	1,89	0,39
Масса 1000 зерен	1,33	0,40	0,95	1,32
Коэффициент размножения	0,85	1,00	1,10	0,69
Урожайность зерна	0,90	1,02	1,42	0,66

**Таблица 6. Относительная стабильность генотипа ( $S^2_{gi}$ ) признаков у сортов овощной фасоли (в среднем за 2012–2018 гг.).**

Показатели продуктивности	Амальтея	Собрат	Златовласка	Росинка
Количество бобов на растении	1,47	3,07	3,49	1,47
Количество зерен в бобе	0,08	0,06	0,55	0,07
Масса 1000 зерен	28,28	6,23	12,48	25,95
Урожайность зерна	0,11	0,15	0,09	0,07
Коэффициент размножения	70,76	123,26	125,61	47,95

— наибольшим коэффициентом размножения обладают сорта Собрат и Златовласка, которые способны формировать большее количество семян в урожае с 1 га (в среднем 66,0–66,3 шт./шт.) в благоприятных условиях окружающей среды за счет увеличения количества бобов на каждом растении.

— сорта Амальтея и Росинка слабее отзываются на изменения факторов среды, имеют меньший коэффициент размножения (в среднем

56,3–57,23 шт./шт.), но при неблагоприятных погодных условиях выращивания (высокая температура воздуха и почвы, солнечная инсоляция, недостаток воздушной влаги) способны давать небольшой стабильный урожай семян;

— изученные сорта фасоли овощной Златовласка, Собрат, Амальтея и Росинка могут быть рекомендованы для семеноводства в условиях центральной зоны Краснодарского края.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Беседина, Т. Д. Экологическая характеристика интродуцированных сортов *actinidiadeliciosa* в условиях влажных субтропиков России / Т. Д. Беседина // Научный журнал КубГАУ. — Краснодар, 2014 — № 100 (06) — С. 23–35.
2. Бюллетень метеостанции. Ежемесячные бюллетени с метеоданными агрометеорологической станции Краснодар—Круглик г. Краснодар 2012–2018 гг.
3. ГОСТ 20081-74. Семеноводческий процесс сельскохозяйственных культур. Основные понятия, термины и определения. — М.: ИПК Издательство стандартов. 1975. — 140 с.
4. Деговцов, В. Е. Оценка сортов фасоли овощной по параметрам адаптивности при разных сроках посева в Белгородской области / Деговцов В. Е., Сирота С. М., Добруцкая Е. Г. и др. // Овощи России, 2013. — № 1 (18). — С. 46–50.
5. Дзюба, В. А. Многофакторные опыты и методы биометрического анализа экспериментальных данных. // Методическое пособие — Краснодар, 2007 — 76 с. Рекомендации. — Краснодар, 2009. — 26 с.
6. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта. — М., Колос, 1979. — 416 с.
7. Животкова, Л. А. Методика выявления потенциальной продуктивности и адаптивности сортов и селекционных форм озимой пшеницы по показателю «урожайности» / Л. А. Животкова, З. Н. Морозова, Л. И. Секатуева // Селекция и семеноводство. — 1994. — № 2. — С. 3–6.
8. Литвинов, С. С. Методика полевого опыта в овощеводстве. — М., 2011. — 648 с.

9. Макрушин, Н. М. Семеноводство (методология, теория, практика) / Н. М. Макрушин, Е. М. Макрушина, Р. Ю. Шабанов и др. — Симферополь: ИП «Ариал», 2012. — 564 с.
10. Мусаев, Ф. Б. Адаптивное семеноводство — современный подход / Ф. Б. Мусаев // Овощи России, 2011. — № 1. — С. 44–45.
11. Пивоваров, В. Ф. Овощи России / В. Ф. Пивоваров — М.: ГНУ ВНИИССОК, 2006. — 380 с.
12. Постановление главы администрации (губернатора) Краснодарского края от 5 октября 2015 г. № 944. Об утверждении государственной программы Краснодарского края «Развитие сельского хозяйства и регулирование рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия (с изменениями и дополнениями) / Система ГАРАНТ: <http://base.garant.ru//36896854.0>.
13. Самодуров, В. Н. Технология выращивания фасоли в условиях Краснодарского края: рекомендации / А. И. Грушанин, А. С. Дмитриева и др. — Краснодар, 2009. — 15 с.
14. Скорина, В. В. Влияние природных экологических фонов на формирование высококачественных семян фасоли / В. В. Скорина, Е. Г. Добруцкая, Ф. Б. Мусаев // Вестник Белорусской госсельхозакадемии. — Горки, 2007. — № 1. — С. 70–75.
15. Шеуджен, А. Х. Методика агрохимических исследований и статистическая оценка их результатов / А. Х. Шеуджен, Т. Н. Бондарева — Майкоп: ОАО «Полиграф-ЮГ». — 2015. — 664 с.

**Козлова Ирина Викторовна**  
Мл. научн. сотр.  
отдела овощекартофелеводства  
E-mail [k.irina1967@mail.ru](mailto:k.irina1967@mail.ru)

**Kozlova Irina Viktorovna**  
Junior scientist, department of vegetable  
and potato breeding  
E-mail [k.irina1967@mail.ru](mailto:k.irina1967@mail.ru)

**Грушанин Алексей Иванович**

**Grushanin Aleksey Ivanovich**

**Бут Наталья Николаевна**

**But Natalya Nikolaevna**

Все: ФГБНУ «ВНИИ риса»,  
Белозерный 3, Краснодар, 3500921, Россия  
E-mail: [arri\\_kub@mail.ru](mailto:arri_kub@mail.ru)

All: All-Russian Rice Research Institute  
3 Belozerny, Krasnodar, 350921, Russia  
E-mail: [arri\\_kub@mail.ru](mailto:arri_kub@mail.ru)

УДК 631.8:633.18

**И. Е. Белоусов**, канд. с.-х. н.,  
**Н. М. Кремзин**, канд. с.-х. н.  
г. Краснодар, Россия

### **ОБЕСПЕЧЕННОСТЬ РИСОВЫХ ПОЧВ ПОДВИЖНЫМ ФОСФОРОМ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРЕДШЕСТВЕННИКА РИСА**

Одним из важнейших факторов получения стабильно высоких урожаев риса является обеспечение полного и сбалансированного минерального питания растений. Районированные в производстве интенсивные сорта риса характеризуются высокой отзывчивостью на уровень минерального питания, остро реагируя при этом на дефицит того или иного элемента. Особое значение имеет при этом обеспеченность растений фосфором, который регулирует процессы дыхания и переноса энергии. Растения риса наиболее чувствительны к недостатку этого элемента питания в раннем возрасте, когда имеют слаборазвитую корневую систему и не могут извлекать фосфор из почвы в необходимых им количествах. Обеспечение их легкодоступным фосфором в начале вегетации возможно только путем внесения фосфорных удобрений. Их применение должно быть научно-обоснованным, чтобы избежать как избыточной, так и недостаточной дозировки, т.е. должно учитываться содержание подвижных фосфатов в рисовой почве. В условиях рисового севооборота изучали обеспеченность различных типов почв подвижным фосфором. Установлены закономерности изменения обеспеченности рисовых почв этими соединениями в зависимости от предшественника риса, даны рекомендации по внесению фосфорных удобрений с учетом содержания фосфора в почве.

**Ключевые слова:** рис, почва, плодородие, обеспеченность фосфором, рисовой севооборот, урожайность.

### **PROVISION OF RICE SOILS WITH MOBILE PHOSPHORUS DEPENDING ON THE RICE PREDECESSOR**

One of the most important factors for obtaining consistently high rice yields is to ensure a complete and balanced mineral nutrition of plants. Intensive rice varieties released in production are characterized by high responsiveness to the level of mineral nutrition, while sharply reacting to a deficiency of one or another element. Of particular importance is the provision of plants with phosphorus, which regulates the processes of respiration and energy transfer. Rice plants are most sensitive to a deficiency of this nutrient at an early age, when they have an underdeveloped root system and cannot extract phosphorus from the soil in the quantities they need. Providing them with readily available phosphorus at the beginning of the growing season is possible only by applying phosphorus fertilizers. Their use should be scientifically substantiated in order to avoid both excessive and insufficient dosage, i.e. the content of mobile phosphates in rice soil should be taken into account. In the conditions of rice crop rotation, the availability of various types of soils with mobile phosphorus was studied. The regularities of changes in the availability of rice soils with these compounds depending on the rice predecessor are established, recommendations are given on the introduction of phosphate fertilizers taking into account the phosphorus content in the soil.

**Key words:** rice, soil, fertility, phosphorus provision, rice crop rotation, yield.

#### **Введение**

Одним из важнейших факторов повышения урожайности риса является сбалансированность его минерального питания. В последние годы в рисоводстве Краснодарского края азотные удобрения вносятся в дозах, близких к оптимальным. В то же время фосфорные, и, особенно, калийные удобрения применяются в недостаточных количествах, что является лимитирующим фактором для реализации потенциала районированных сортов риса.

Фосфор по степени нуждаемости в дополнительном внесении прочно занимает второе место после азота, что связано с его ролью в энергетическом обмене. Оптимальное питание растений фосфором стимулирует процессы оплодотворения, ускоряет развитие растений, повышает урожай и его качество [1, 6].

После поступления в клетки корня фосфор вступает в различные химические реакции. В первую очередь он соединяется с сахарами. Которые расходуются на дыхание, затем он включается в состав соединений с большим запасом энергии (АДФ и АТФ), без которых невозможен синтез. В связи с этим при недостатке фосфора наблюдаются нарушения в белковом обмене, корневая система развивается слабо, кущение запаздывает, а метелка получается малоозерненной [1]. Фосфор усваивается корнями только в окисленной форме и в самом растении не восстанавливается.

Все основные типы почв зоны рисосеяния Кубани имеют достаточно высокие валовые запасы фосфора (0,16–0,22 %), однако доля его подвижных форм не превышает 1–2 % [8]. В первую очередь это связано с чередованием периодов затопления

и высушивания при выращивании риса. Обработки почвы в предпосевной период способствуют активному просушиванию почвы и обогащению ее кислородом. Это приводит к окислению накопившихся подвижных закисных фосфатов (в первую очередь, фосфатов железа и алюминия) в труднорастворимые и малодоступные для растений формы.

Анализ фракционного состава почвенного фосфора показывает, что увеличение содержания легкодоступных для растений одно- и двузамещенных фосфатов кальция наблюдается не ранее, чем через 30 дней после создания на поле постоянного слоя воды, т.е. к фазе кущения [2]. В этом возрасте рис уже обладает достаточно развитой корневой системой, способной извлекать подвижные соединения фосфора из почвы. Кроме того, увеличение подвижности фосфатов полуторных окислов под воздействием окислительно-восстановительных процессов, приводит к тому, что рис может частично использовать и этот источник фосфора.

Таким образом, начиная с фазы кущения, рис, при достаточном содержании фосфора в почве, может в полном объеме обеспечивать себя фосфорным питанием за счет усвоения его из почвы. Следовательно, основной проблемой является обеспечение его легкодоступным фосфором в начале вегетации, что возможно только путем внесения фосфорных удобрений. Их применение должно быть научно-обоснованным, чтобы избежать как избыточной, так и недостаточной дозировки. Полученные ранее данные показали, что снижение доз фосфорных удобрений ниже оптимальных, или исключение фосфора из системы удобрения приводит к снижению урожайности [3]. Однако, уменьшение количества вносимых в основной прием удобрений можно компенсировать за счет некорневой подкормки комплексными удобрениями [4]. Поэтому для точного определения дозы фосфорного удобрения необходимо знать обеспеченность полей рисового севооборота подвижными соединениями фосфора.

#### **Цель исследования**

Изучить обеспеченность рисовых почв подвижным фосфором в зависимости от предшественника риса.

#### **Материалы и методы**

Исследования проводились на двух типах рисовых почв, различающихся уровнем плодородия. Их характеристика. Рисовые лугово-черноземные почвы сформированы на деградированных лессовидных и аллювиальных породах преимущественно тяжелого гранулометрического состава. Это наиболее плодородные почвы, т. к. изначально имеют большую мощность гумусовых горизонтов, а по валовым запасам гумуса мало отличаются от черноземов. Данные почвы характеризуются колебаниями мощности гумусового профиля от 100 до 130 см, реже — до 80 см. Преобладают глинистые разновидности с содержанием физической глины в

горизонте «А» от 63 до 73 %, или 35–44 %, пыли — 45–58 %. В тяжелосуглинистых почвах эти показатели составляют 47, 33 и 44 %, соответственно. Содержание гумуса в верхнем горизонте рисовых лугово-черноземных почв колеблется от 3 до 4 % и несколько выше. Валовые запасы гумуса в горизонтах А+В варьируют от 300 у среднемощных видов до 450–600 т/га — у мощных и сверхмощных. Валовых азота и фосфора в верхнем горизонте содержится 0,14–0,26 и 0,13–0,20 % соответственно. Обеспеченность подвижными элементами минерального питания достаточно высокая [8].

Рисовые луговые почвы расположены на пониженно-равнинных элементах рельефа. Они сформированы на аллювиальных отложениях глинистого и суглинистого гранулометрического состава. Мощность гумусовых горизонтов луговых почв колеблется от среднемощного (50–80 см) до мощного (80–100 см). Признаки гидроморфизма проявляются уже в пахотном горизонте, достигая максимума в почвообразующей породе. Водно-физические свойства луговых почв довольно разнородны: тяжелые по гранулометрическому составу почвы отличаются высокой плотностью сложения, слитизированностью, пониженной фильтрационной способностью; почвы легкого гранулометрического состава на суглинистых породах обладают повышенной водоотдачей.

Содержание гумуса варьирует в Апах в диапазоне — от 2,5 до 5,0 %; его валовые запасы колеблются от 200 до 400 т/га. Количество валовых азота и фосфора составляют 0,20 0,25 и 0,18 0,20 % соответственно. Почвы, в основном, хорошо обеспечены элементами минерального питания [8].

Почвенные пробы отбирались из слоя 0–20 см по методике ВНИИ риса [8]. В них определялось содержание подвижного фосфора по Чирикову [7].

#### **Результаты и обсуждение**

Минеральное питание растений риса представляет собой сложный процесс поглощения питательных элементов и их распределения. Оно обуславливает физико-химические изменения различных компонентов клеток, обмена веществ и превращения энергии, роста и развития, продуктивности и устойчивости к неблагоприятным факторам среды, урожайность и качество зерна. Следовательно, для получения высоких урожаев риса важно своевременное удовлетворение потребности растений в необходимых элементах минерального питания.

Фосфор по степени нуждаемости в дополнительном внесении прочно занимает второе место после азота, что связано с его ролью в энергетическом обмене [1,6]. Для формирования урожая в 6–7 т/га рису требуется 50–60 кг фосфора. Даже на очень плодородных почвах обеспеченность его доступными формами может сильно варьировать, меняясь в зависимости не только от уровня естественного плодородия, но и предшественника риса. Применяемые в настоящее время в рисосе-

ющих хозяйствах схемы севооборотов сильно различаются между собой как по насыщенности севооборота рисом (от 50 до 75 % и более), так и по ассортименту парозанимающих культур. Наиболее часто встречающаяся схема включает в себя звено из 2–3 полей риса, за которыми следует парозанимающая культура (соя или озимая пшеница) или агромелиоративное поле (чистый пар), которое используется, как правило, для выполнения капитальной планировки.

Ранее, нами было показано, что обеспеченность почвы подвижными соединениями азота сильно менялась в зависимости не только от типа почвы, но и предшественника риса [5]. Как показали наши исследования, содержание в почве подвижного фосфора также в значительной степени определяется этими факторами (табл.).

По обоим типам почв значительные площади характеризовались низким уровнем обеспеченности подвижным фосфором. На лугово-черноземной почве такие участки занимали от 53,24 до 62,65 % в то время как на луговой — около 90 % обследованных площадей. Такой разброс связан, прежде всего, с различным уровнем их естественного плодородия, определяемым генезисом почв. Так, для лугово-черноземной почвы для двух из трех рассматриваемых предшественников отмечен практически весь спектр градаций по обеспеченности — от низкого до очень высокого, в то время как на луговой почве повышенное содержание фосфора отмечено только по предшественнику соя и то в незначительном количестве (0,76 %), а высокого и очень высокого не было вообще. В целом, на лугово-черноземной почве после выращивания сои примерно

четверть площадей (25,25 %) характеризовалась средней обеспеченностью подвижным фосфором, 8,77 % имели повышенное их содержание, а 8,48 % — высокое и очень высокое. Для сравнения, на луговой почве по этому предшественнику только 9,62 % территории характеризовалась средней обеспеченностью.

Примерно такие же закономерности были выявлены для площадей, идущих под рис после агромелиоративного поля. На лугово-черноземной почве 34,12 % имели средний уровень обеспеченности, 7,33 % — повышенный и 5,31 % высокий. Участков с очень высоким содержанием фосфора по этому предшественнику выявлено не было. В свою очередь, для луговой почвы распределение территории по обеспеченности характеризовалось так: 92,43 % имели низкое содержание фосфора, 7,57 % среднюю, повышенной и высокой выявлено не было.

Для наименее благоприятного предшественника (рис) распределение территории по обеспеченности почвы фосфором было следующим: для обеих типов почвы было выявлено только два уровня — низкое и среднее содержание фосфора. Если на лугово-черноземной почве оно распределялось в соотношении 6 : 4 в пользу низкого, то на менее плодородной луговой почве — 97 % против 3 %. Таким образом, можно прогнозировать, что по мере увеличения срока возделывания риса по рису (2 года и более), доля почв характеризующейся низкой обеспеченностью подвижным фосфором будет увеличиваться: на лугово-черноземной почве до 70–75 %, на луговой — до 100 %, что следует учитывать при разработке схемы внесения удобрений. При низ-

**Таблица. Обеспеченность почв РОС подвижным фосфором в зависимости от типа почвы и предшественника риса**

Обеспеченность	Предшественник					
	соя		АМП		рис	
	га	%	га	%	га	%
Лугово-черноземная почва						
Низкая	156,0	57,50	208,2	53,24	176,8	62,65
Средняя	68,5	25,25	133,5	34,12	105,4	37,35
Повышенная	23,8	8,77	28,7	7,33	–	–
Высокая	5,7	2,10	20,8	5,31	–	–
Очень высокая	17,3	6,38	–	–	–	–
Итого:	271,3		391,3		282,2	
Луговая почва						
Низкая	436,2	89,62	114,7	92,43	423,6	96,73
Средняя	46,8	9,62	9,4	7,57	14,3	3,27
Повышенная	3,7	0,76	–	–		
Итого:	486,7		124,1		437,9	

ком и среднем содержании фосфора в почве необходимо внесение не менее  $P_{50}$ . При более высокой обеспеченности возможно уменьшение вносимой в основной прием дозы фосфора с обязательной компенсацией за счет некорневой подкормки фосфорно-калийным фосфорным удобрением в фазу кущения (6–7 листьев) [4].

### Выводы

В результате проведенных исследований установлено:

1. Обеспеченность почв рисовых полей подвижными формами фосфора зависела как от типа почвы, так и предшественника риса. Выращивание сои в рисовом севообороте в значительной степени способствовало повышению обеспеченности почв фосфором. На лугово-черноземной почве 42,5 % площадей имели обеспеченность от средней до очень высокой в то время как на луговой почве таких территорий было чуть более 10 %.

2. Обеспеченность почвы подвижными формами почвы уменьшалась в последовательности «соя — АМП — рис». Если на лугово-черноземной почве ее обеспеченность после АМП изменялась от низкой до высокой, то на луговой почве она была низкой и средней с преобладанием первой. В целом, в указанном звене севооборота доля площадей с низким содержанием фосфора на лугово-черноземной почве увеличилась с 57,50 до 62,65 %, а на луговой — с 89,62 до 96,73 %.

3. Дозу фосфорного удобрения следует рассчитывать с учетом уровня обеспеченности почвы. При низком и среднем содержании фосфора в почве необходимо внесение не менее  $P_{50}$ . При более высокой обеспеченности возможно уменьшение вносимой в основной прием дозы фосфора с обязательной компенсацией за счет некорневой подкормки фосфорно-калийным фосфорным удобрением в фазу кущения (6–7 листьев).

### ЛИТЕРАТУРА

1. Алешин, Е. П. Минеральное питание риса / Е. П. Алешин, А. П. Сметанин — Краснодар, 1965. — 207 с.
2. Белоусов, И. Е. Фосфатный режим лугово-черноземных почв Кубани, используемых под рис / И. Е. Белоусов, С. А. Рябцова, Ю. А. Кузнецов // Почвоведение. — 1993. — № 2 — С. 133–137.
3. Белоусов, И. Е. Эффективность калийных удобрений в зависимости от сроков их внесения и уровня обеспеченности калийным питанием / И. Е. Белоусов, В. Н. Паращенко // Рисоводство. — 2012. — № 1(20). — С. 45–50.
4. Белоусов, И. Е. Реализация эффективного плодородия лугово-черноземной рисовой почвы при адаптивном применении минеральных удобрений / И. Е. Белоусов, В. Н. Паращенко // Рисоводство. — 2013. — № 1(22). — С. 59–65.
5. Белоусов, И. Е. Обеспеченность рисовых почв легкогидролизуемым азотом в зависимости от предшественника риса / И. Е. Белоусов, Н. М. Кремзин // Научно-практическая конференция, посвященная году экологии в России «Актуальные проблемы почвоведения, экологии и земледелия» — г. Курск, ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт земледелия и защиты почв от эрозии», 20 апреля 2018 г. — С. 58–63.
6. Ерыгин, П. С. Физиология риса / П.С. Ерыгин — М.: Колос, 1981. — 208 с.
7. Кидин, В. В. и др. Практикум по агрохимии. — М.: Колос, 2008. — 600 с.
8. Система рисоводства Краснодарского края / Под ред. Харитоновой Е. М. — Краснодар, 2011. — 316 с.

#### Игорь Евгеньевич Белоусов

Ст. науч. сотр. лаборатории агрохимии  
и почвоведения  
E-mail: igor\_bel06@mail.ru

#### Igor Evgenievich Belousov

Senior scientist of laboratory of agrochemistry  
and soil studies  
E-mail: igor\_bel06@mail.ru

#### Николай Михайлович Кремзин

кандидат с.-х. наук

#### Nikolay Mikhailovich Kremzin

Ph. D. in agriculture

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

All: All-Russian Rice Research Institute  
3 Belozerny, Krasnodar, 350921, Russia  
E-mail: arri\_kub@mail.ru



УДК 633.18.03:631.675

С. А. Владимиров, канд. с.-х. н.  
Н. Н. Малышева, канд.с.-х.н.,  
Е. И. Хатхоу,  
г. Краснодар, Россия

### ПАРАДИГМА СБАЛАНСИРОВАННОГО ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ РИСОВЫХ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ В КРАСНОДАРСКОМ КРАЕ

В статье рассматриваются вопросы, связанные с использованием водных ресурсов в сельскохозяйственном производстве при эксплуатации рисовых оросительных систем. Показано, что ежегодно из всех источников орошения забирается порядка 3,8 млрд. м<sup>3</sup>, в том числе около 3 млрд. м<sup>3</sup> из бассейна р. Кубань. Среднегодовая суммарная подача воды на все нужды составляет 2,8 млрд. м<sup>3</sup>, в том числе на рисовые системы 2,5 млрд. м<sup>3</sup>. Отмечено, что реальный ежегодный уровень потребности в оросительной воде оценивается в объеме более 3,5 млрд. м<sup>3</sup>, а дефицит, связанный с возделыванием риса, составляет в настоящее время более 300 млн. м<sup>3</sup>. В этой связи рассмотрены отраслевой и ресурсосберегающий принцип при разработке режимов орошения риса. Показано, что при отраслевом подходе фактический эксплуатационный водный режим формируется под влиянием природных и производственно-экономических факторов, что приводит к увеличению объема водозабора на орошение и росту нагрузки на природную среду. Выявлено, что в среднем по Краснодарскому краю средняя оросительная норма риса за последние 38 лет составляет 18,74 тыс. м<sup>3</sup>/га с максимальным значением 24,89 тыс. м<sup>3</sup>/га в Темрюкском районе и минимальным 13,64 тыс. м<sup>3</sup>/га в Северском при средней проектной норме по оросительным системам 16,52 м<sup>3</sup>/га. Особое внимание в статье уделяется снижению показателей коэффициента полезного действия оросительных каналов в процессе эксплуатации мелиоративных систем с проектного 0,85 до фактического 0,71, что характеризует неудовлетворительное техническое состояние оросительной сети и требует дополнительного финансирования на реконструкцию. Выявлено, что удельные ежегодные потери оросительной воды в межхозсети рисовых оросительных систем Краснодарского края во влажные годы на уровне 5%-й обеспеченности составляют 3,83 тыс. м<sup>3</sup>/га, в среднесухие на уровне 75%-й обеспеченности — 4,68 тыс. м<sup>3</sup>/га, а в сухие годы на уровне 95%-й обеспеченности превышают 5,0 тыс. м<sup>3</sup>/га. Показано, что при переходе на энергосберегающие технологии выращивания риса при экономии водных ресурсов следует использовать принцип ландшафтно-мелиоративного подхода, что позволит значительно снизить удельные показатели затрат воды в сельскохозяйственном производстве.

**Ключевые слова:** рис, рисовые оросительные системы, объем водоподачи, водообеспеченность, оросительная норма, водные ресурсы, межхозяйственная сеть, мелиоративный режим, вододефицит, водопотребление.

### THE PARADIGM OF THE BALANCED WATER CONSUMPTION WHEN OPERATING THE RICE IRRIGATION SYSTEMS IN KRASNODAR REGION

The article discusses issues related to the use of water resources in agricultural production during the operation of rice irrigation systems. It has been shown that annually about 3.8 billion m<sup>3</sup> are taken from all sources of irrigation, including about 3 billion m<sup>3</sup> from the river Kuban basin. The average annual total water supply for all needs is 2.8 billion m<sup>3</sup>, including 2.5 billion m<sup>3</sup> for rice systems. It was noted that the real annual level of demand for irrigation water is estimated at more than 3.5 billion m<sup>3</sup>, and the deficit associated with rice cultivation is currently more than 300 million m<sup>3</sup>. In this regard, the industry and resource-saving principle in the development of rice irrigation regimes is considered. It is shown that with an industry approach, the actual operational water regime is formed under the influence of natural and industrial-economic factors, which leads to an increase in the volume of water withdrawal for irrigation and an increase in the load on the environment. It was revealed that the average rice irrigation rate in Krasnodar region over the past 38 years is 18.74 thousand m<sup>3</sup>/ha with a maximum value of 24.89 thousand m<sup>3</sup>/ha in the Temryuk district and a minimum of 13.64 thousand m<sup>3</sup> / ha in Seversky with an average design norm for irrigation systems of 16.52 m<sup>3</sup>/ha. Particular attention is paid to reducing the efficiency of irrigation canals in the process of operating reclamation systems from design 0.85 to actual 0.71, which characterizes the unsatisfactory technical condition of the irrigation network and requires additional funding for reconstruction. It was revealed that the specific annual loss of irrigation water in the interfarm network of rice irrigation systems in Krasnodar region in the wet years at the level of 5 % provision is 3.83 thousand m<sup>3</sup>/ha, in average dry at the level of 75 % provision — 4.68 thousand m<sup>3</sup>/ha, and in dry years at the level of 95 % coverage exceed 5.0 thousand m<sup>3</sup>/ha. It is shown that when switching to energy-saving rice cultivation technologies while saving water resources, the principle of landscape-reclamation approach should be used, which will significantly reduce the specific indicators of water consumption in agricultural production.

**Key words:** rice, rice irrigation systems, delivery value, available water supply, irrigation norm, water resources, interfarm network, ameliorative regime, water shortage, water consumption.

### Введение

Снижение водообеспеченности ирригационных рисовых систем Краснодарского края является лимитирующим фактором дальнейшего развития отрасли рисоводства. По перспективной оценке Государственного Гидрологического Института ФС по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды для Краснодарского края снижение водообеспеченности в условиях потепления климата достигнет 10% при росте нагрузки на водные ресурсы до 7,2 % [1].

Ежегодно из всех источников орошения забирается порядка 3,8 млрд. м<sup>3</sup>, в том числе около 3 млрд. м<sup>3</sup> из бассейна р. Кубань. Среднегодовая суммарная подача воды на все нужды составляет 2,8 млрд. м<sup>3</sup>, в том числе на рисовые системы 2,5 млрд. м<sup>3</sup> (табл. 1).

Объем водоотведения варьирует в пределах 2,9 млрд. м<sup>3</sup>, что практически на уровне суммарной подачи воды для нужд сельскохозяйственного производства.

При дальнейшем развитии рисосеяния и восстановлении оросительной сети в нерисовой зоне в соответствии с подпрограммой «Развитие мелиорации сельскохозяйственных земель в Краснодарском крае» Государственной программы Краснодарского края «Развитие сельского хозяйства и регулирование рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия», реальный ежегодный уровень потребности в оросительной воде оценивается в объеме более 3,5 млрд. м<sup>3</sup>. Таким образом, дефицит, связанный только с возделыванием риса, составляет на настоящий момент более 300 млн. м<sup>3</sup> в ущерб перспективе расширения поливных площадей под другие культуры, при этом необходимо быть готовыми к любой ситуации, в том числе и к маловодью [2].

Еще в 40–50-х годах прошлого столетия научными работами Шумакова Б. Б., Величко Е. Б., Обухова А. Д. и др. была сформулирована аксиома о путях решения проблемы дефицита водных ресурсов [3, 4, 5, 6]. Суть ее в том, что при дефиците водных ресурсов необходимо добиваться не столько получения максимального урожая с гектара орошаемой пашни, сколько увеличения производства сельскохозяйственной продукции на каждый кубический метр израсходованной оросительной во-

ды. Хронологически этой парадигме периодически придается статус актуальности при теоретическом обосновании различных концепций рационального водопользования, но в производственном аспекте она остается преимущественно научной проблемой. Однако в настоящее время реально усиливающийся в бассейне Нижней Кубани дефицит водных ресурсов придает этому направлению исследований важнейшее практическое значение. [7].

Внедрение в производство режимов орошения с уменьшенными оросительными нормами, как составной части ресурсо — и энергосберегающих технологий возделывания риса, позволит на практике реализовать основные принципы рационального водопользования, расширить потенциал имеющегося ирригированного фонда и полить большую площадь в условиях водохозяйственного комплекса Кубани (в первую очередь рисового), тем самым в 2–3 раза увеличить выход совокупной валовой продукции при орошении сельскохозяйственных культур (в том числе и в структуре рисовых севооборотов) из одних и тех же водоисточников. Решение этих задач является частью фундаментальной задачи безопасного рисоводства и полностью отвечают экологическим принципам устойчивого сельскохозяйственного производства [1, 8, 9, 10].

В сфере общих принципов баланса ресурсопотребления, оптимизация затрат водных ресурсов в рисосеянии на производство растениеводческой продукции в системе севооборотов с рисом является одной из основных задач, решение которой позволит во-первых значительно увеличить площадь орошения на Кубани, во-вторых ликвидировать дефицит водопотребления в водохозяйственном комплексе.

### Цель исследований

Целью данной работы является обоснование принципов сбалансированного водопотребления на рисовых оросительных системах.

Для достижения указанной цели были поставлены следующие задачи:

- рассмотреть отраслевой подход к разработке режимов орошения с учетом производственно-экономических факторов;
- провести ретроспективный анализ оросительных норм в различных рисосеющих районах Краснодарского края;

**Таблица 1. Использование водных ресурсов в Краснодарском крае, млн. м<sup>3</sup>, 2014–2018 гг.**

Показатели	2014	2015	2016	2017	2018	средний
Суммарный забор воды из всех источников орошения, всего	3836	3789	3958	3559	3833	3795
в т.ч. из бассейна р. Кубань	3178	3093	3233	2286	3198	2997,6
Суммарная подача воды на все нужды	2784	2825	3022	2708	2817	2831,2
в т.ч. подача на рисовые системы	2533	2638	2714	2398	2422	2541
Водоотведение	3017	2940	3387	2118	2870	2866,4

— выявить фактический коэффициент полезного действия межхозяйственной сети рисовых систем;

— определить удельный объем безвозвратных потерь воды в мелиоративной сети при различной влагообеспеченности года;

— обосновать ресурсосберегающий подход к режиму орошения риса, отвечающий принципам экологически безопасного рисоводства;

— выявить потенциал снижения объемов водоподачи при возделывании риса.

#### Материал и методы

В работе использованы формы технической отчетности ФГБУ «Управление «Кубаньмелиоводхоз»: 1-Полив, 1-ВХ, утвержденные приказом ФГБУ «Управление «Кубаньмелиоводхоз» № 35-пр от 10.03.2017 г., разработанные в соответствии с Приказом 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 ГОСТ Р 51657.2-200; ГОСТ Р 51657.1-2000; ГОСТ 8.326-89; ГОСТ 15528-86; МИ 1759-87; МВИ-05-09; формы статистической отчетности № 2-ТП (водхоз) и № 2-ОС.

#### Результаты и обсуждение

Опыт возделывания риса показывает, что его фактический эксплуатационный водный режим формируется под влиянием природных и производственно-экономических факторов. В ретроспективном аспекте при разработке режимов орошения риса наблюдается два основных подхода — отраслевого и ресурсосберегающего принципов.

Отраслевой принцип предусматривает увеличение удельных затрат при строительстве и эксплуатации рисовых оросительных систем для получения максимальных урожаев только одной культуры — рис, что может быть достигнуто при специфическом водозатратном поливном режи-

ме. Такой подход к обоснованию режима орошения риса приводит к искусственному завышению проектного, а в дальнейшем, и планового объема водозабора на орошение и росту нагрузки на природную среду: загрязнению водных объектов, эрозии, подъему уровня грунтовых вод, снижению природного плодородия почв и т.д.

Применительно к этому принципу теоретическое обоснование структуры оросительной нормы риса и ее формулу, которая вошла в нормативные документы (ВСН-П-25-75), предложил В. Б. Зайцев [9].

$$M_H = (E + T - K_P \cdot P) + (W + F_B + F_O) + (S_{II} + S_H + S_O), \quad (1)$$

где  $M_H$  — величина оросительной нормы нетто, м<sup>3</sup>/га;

$E$  — испарение с водной поверхности рисового поля, м<sup>3</sup>/га;

$T$  — транспирация, м<sup>3</sup>/га;

$P$  — объем выпавших атмосферных осадков, м<sup>3</sup>/га;

$K_P$  — коэффициент использования осадков;

$W$  — насыщение почвогрунта, м<sup>3</sup>/га;

$F_B$  — фильтрация вертикальная, м<sup>3</sup>/га;

$F_O$  — горизонтальный отток, м<sup>3</sup>/га;

$S_{II}$  — проточность и сбросы плановые, м<sup>3</sup>/га;

$S_H$  — проточность и сбросы неорганизованные, м<sup>3</sup>/га;

$S_O$  — сброс воды в конце вегетации, м<sup>3</sup>/га.

По нашим расчетам в среднем по Краснодарскому краю оросительная норма риса за период 38 лет с 1980 г. по 2018 г. составляет 18,74 тыс. м<sup>3</sup>/га, а по филиалам ФГБУ «Кубаньмелиоводхоз» варьирует от 24,89 тыс. м<sup>3</sup>/га в Темрюкском районе до 13,64 тыс. м<sup>3</sup>/га в Северском (табл. 2).

Максимальная величина оросительной нормы наблюдается в Темрюкском филиале 28,45 тыс. м<sup>3</sup>/га, что обусловлено особенностями почвы, минимальная в Северском филиале — 11,63 тыс. м<sup>3</sup>/га что обусловлено особенностями почвенных разностей.

Таблица 2. Оросительная норма риса (тыс. м<sup>3</sup>/га), 1980–2018 гг.

Филиалы ФГБУ «Управление «Кубаньмелиоводхоз»	Максимальные величины за период	Средние величины за период	Минимальные величины за период
Черноерковский	23,09	20,08	18,32
Петровско-Анастасиевский	23,00	22,6	18,06
Темрюкский	28,45	24,89	15,66
Красноармейский	21,5	18,70	17,17
Калининский	20,14	19,62	17,00
Крымский	22,78	18,54	14,87
Абинский	16,71	15,74	12,98
г. Краснодар	22,69	18,44	13,71
Северский	14,77	13,64	11,63
Среднее	20,02	18,74	17,12

В структуре формулы (1) В. Б. Зайцева основную часть занимают гидрогеологическая и эксплуатационная составляющие, так как на водопотребление в виде его суммарной величины приходится в соответствии с ВСН-П-25-75 только 9 тыс. м<sup>3</sup>/га. Из этого следует, что реально водообеспеченность рисовых оросительных систем зависит не только от стока р. Кубани и имеющегося в Краснодарском водохранилище объема аккумулированной воды, но и от возможности доставить эту воду без значительных потерь с запланированными расходами и уровнями в конечные точки водовыделов.

О действительном техническом состоянии рисовых оросительных систем Краснодарского края можно судить по показателям коэффициентов полезного действия оросительной сети филиалов ФГБУ «Кубаньмелиоводхоз» (табл. 3).

При проектировании рисовых оросительных систем на Кубани расчет водообеспеченности и соответственно пропускной способности каналов и гидротехнических сооружений, проводился на основе оросительной нормы нетто, рассчитанной по формуле В. Б. Зайцева и принятых значений КПД рисовых систем по ВСН-П-25-75 (для межхозяйственной сети оросительных каналов КПД = 0,85). Такое значение фиксировалось и в актах приемки рисовых оросительных систем в эксплуатацию.

Однако на протяжении рассматриваемого периода (1993–2018 гг.) фактический коэффициент полезного действия каналов межхозяйственной сети рисовых оросительных систем Краснодарского края ниже нормативного, снижается по годам и составляет в среднем 0,76, изменяясь от 0,62 для условий Калининского филиала ФГБУ «Управление «Кубаньмелиоводхоз», характеризующегося протяженной и разветвленной межхозяйственной и внутрихозяйственной сетью оросительных каналов, до 0,95 на менее короткой по протяженно-

сти каналов мелиоративной системе Темрюкского филиала.

Таким образом, техническое состояние мелиоративных систем Краснодарского края по показателю КПД можно признать хорошим для Темрюкского филиала ФГБУ «Кубаньмелиоводхоз», удовлетворительным — для Черноерковского, Северского и Краснодарского филиалов. Обслуживаемая площадь перечисленных филиалов составляет не более 23 % от краевой площади рисовых оросительных систем, а средний КПД = 0,85. На ирригированной площади рисовых оросительных систем более 180 тыс. га, обслуживаемых Красноармейским, Петровско-Анастасиевским, Калининским, Крымским, Абинским филиалами ФГБУ «Кубаньмелиоводхоз», средний КПД межхозяйственной оросительной сети рисовых систем ниже 0,71. Этот показатель характеризует неудовлетворительное техническое состояние каналов, что в свою очередь способствует ухудшению мелиоративного режима орошаемых земель.

Следует констатировать, что исторически сложившийся в рисосеянии и заложенный в основу проектного дела затратный механизм водопотребления, а затем и теоретически обоснованный, «удовлетворяет» все заинтересованные структуры водохозяйственного комплекса Кубани [12]. Для проектировщиков мелиоративных систем — это дополнительное финансирование завышенных объемов работ по разработке проектов, для строителей — освоение соответствующих завышенных объемов капложений, а эксплуатирующие организации и конкретные хозяйства устраивает гарантированная обеспеченность оросительной водой в любой чрезвычайной ситуации, возможность нарушения технологической дисциплины (режима орошения) и допущение снижения КПД оросительных систем до критического уровня, приведенного в таблице 3, но при этом оросительные системы Куба-

**Таблица 3. Коэффициенты полезного действия межхозяйственной сети рисовых оросительных систем Краснодарского края, 1993–2018 гг.**

Филиалы ФГБУ «Управление «Кубаньмелиоводхоз»	КПД каналов межхозсети, 1993-2018 гг.	КПД каналов межхозсети, 2018 г.	+/- показатели 2018 г. к проектному значению КПД
Черноерковский	0,81	0,78	-0,07
Петровско-Анастасиевский	0,76	0,74	-0,11
Темрюкский	0,95	0,95	+0,1
Красноармейский	0,76	0,70	-0,15
Калининский	0,62	0,60	-0,25
Крымский	0,66	0,65	-0,2
Абинский	0,73	0,67	-0,18
г. Краснодар	0,82	0,80	-0,05
Северский	0,82	0,74	-0,11
Среднее	0,77	0,73	-0,114

ни функционируют в штатном режиме, а рисосеющие хозяйства, не смотря на огромные потери оросительной воды, не испытывают ощутимого дефицита в водоподаче даже в остро сухие годы.

О реальных удельных объемах безвозвратных потерь оросительной воды по рисосеющим районам при различной влагообеспеченности можно судить по величине оросительных норм риса брутто и нетто (табл. 4).

Исходя из данных таблицы 4, вырисовывается реальный, хотя и пессимистический, сценарий деструктивного характера развития рисового водохозяйственного комплекса Кубани. Удельные ежегодные потери оросительной воды в межхозяйственной сети оросительных систем Краснодарского края во влажные годы на уровне 5%-й обеспеченности (один раз в 20 лет) составляют 3,83 тыс. м<sup>3</sup>/га, в среднесухие, на уровне 75%-й обеспеченности с вероятностью наступления события в каждые три из четырех лет, потери составляют уже 4,68 тыс. м<sup>3</sup>/га, а в сухие годы на уровне 95%-й обеспеченности с почти ежегодной вероятностью наступления события безвозвратное водопотребление превышает 5,0 тыс. м<sup>3</sup>/га.

В оптимистическом сценарии перечисленные потери следует расценивать как резерв экономии оросительной воды, который призван быть реализованным для расширения орошаемых площадей в низовьях Кубани. В складывающихся условиях выполнение задач оптимистического сценария возможно только при реализации ресурсосберегающих принципов водопользования в рисоводстве.

**Ресурсосберегающий принцип** — дефицит водных ресурсов обуславливает необходимость максимального выхода продукции сельскохозяйственных культур (в том числе и риса) со всей севооборотной площади на 1 м<sup>3</sup> израсходованной воды. Это возможно только при водосберегающих технологиях и режимах орошения риса при значительном уменьшении оросительных норм. Этот принцип отвечает идее экологически безопасного рисовод-

ства, а разработанный механизм его реализации является основным структурным звеном стратегии устойчивого развития отрасли [13, 14, 15].

Теоретические аспекты ресурсосбережения, рационального водопользования в рисоводстве и оптимизации величины оросительной нормы риса описали Е. Б. Величко и А. Д. Обухов [3, 4]. Потенциал уменьшения водоподачи при возделывания риса раскрывается при структурном анализе формулы В. Б. Зайцева [11], в которой, например, дважды учтены расходы воды на транспирацию, насыщение расчетного слоя почвы до полной влагоемкости и фильтрационный боковой отток. С учетом этого формула оросительной нормы нетто для риса, предлагаемая Е. Б. Величко и А. Д. Обуховым, имеет следующий вид:

$$M_{HT} = M_{pas} = n \cdot W_C + t \cdot f_e + E - P \quad (2)$$

где  $M_{pas}$  — оросительная норма разовых поливов, выдаваемых в период от посева до кущения, м<sup>3</sup>/га;

$n$  — число сбросов воды с поверхности затопленного поля;

$W_C$  — средний объем разового сброса, м<sup>3</sup>/га;

$t$  — продолжительность затопления поля, сут.;

$f_e$  — средний объем вертикальной суточной фильтрация за весь период затопления, м<sup>3</sup>/сут. с 1 га;

$E$  — объем физического испарения воды с поверхности рисового поля за весь период вегетации, м<sup>3</sup>/га;

$P$  — объем воды, принесенной осадками, м<sup>3</sup>/га.

От других аналогичных зависимостей формула 2 отличается по следующим признакам: не включены неплановые сбросы, так как их надо не планировать, а предупреждать; не предусмотрен объем воды, необходимый для доведения запаса влаги в почве до ее полной влагоемкости, так как насыщение почвы происходит в процессе вертикальной фильтрации; не предусмотрены слагаемые транспирации и бокового оттока, поскольку

**Таблица 4. Вероятностные значения оросительных норм риса нетто/брутто (тыс. м<sup>3</sup>/га) в различные по увлажненности годы, 1960–2018 гг.**

Районы	Влагообеспеченность вегетационного периода риса, %				
	5%	25%	50%	75%	95%
г. Краснодар	11,23/13,70	12,96/15,80	14,71/17,94	15,74/19,20	18,60/22,69
Славянский	13,88/17,79	14,72/18,87	16,24/20,82	16,81/21,55	17,62/22,59
Красноармейский	13,48/17,74	14,00/18,41	14,44/19,00	15,00/19,72	16,34/21,50
Калининский	10,70/17,25	11,90/19,20	12,11/19,54	12,31/19,85	12,49/20,14
Темрюкский	19,19/20,20	20,23/21,30	20,79/21,88	24,73/26,03	27,01/28,43
Северский	9,27/11,30	10,00/12,20	10,50/12,80	11,56/14,10	13,94/17,00
Абинский	10,22/14,00	10,84/14,85	11,50/15,76	11,69/16,02	12,20/16,71
Крымский	10,24/15,52	11,50/17,42	12,03/18,23	12,87/19,50	14,24/21,57
Среднее	12,11/15,94	13,12/17,26	13,86/18,24	14,82/19,50	16,21/21,33

эти статьи расхода также пополняются из величины вертикальной фильтрации.

Использование формулы 2 открывает возможность новых методологических подходов, например, разработки схем периодического орошения риса, селекции маловодотребовательных сортов для возделывания в ненасыщенной водой почве [16, 17].

Такой аналитический подход существенно расширяет круг оценочных показателей для разработки компьютерно-реализуемых математических и экономических моделей оптимизации ресурсопотребления при экологически безопасном устойчивом рисоводстве. Применение формулы Е. Б. Величко и А. Д. Обухова в качестве базовой для обоснования водообеспеченности проектов реконструкции существующих рисовых оросительных систем и строительства нового поколения ландшафтно-мелиоративных систем (ЛМС) позволит значительно снизить проектные удельные показатели затрат воды и соответственно материальных средств. Водопотребление на ЛМС будет соответствовать физиологической потребности возделываемых севооборотных культур, а применение ресурсо- и энергосберегающих экологически безопасных технологий возделывания риса раскрывает реальные перспективы проектирования ЛМС с замкнутым циклом водооборота.

## Выводы

Дальнейшее развитие рисосеяния и восстановления функционирующих рисовых оросительных систем должно базироваться на рациональном водопользовании для нужд сельскохозяйственного производства. Дефицит оросительной воды для полива риса в объеме 300 млн. м<sup>3</sup> может быть компенсирован снижением оросительной нормы путем совершенствования водного режима рисового поля.

Для предотвращения потерь воды в подающей сети требуется более глубокая проработка вопросов, связанных с КПД каналов и улучшение их технического состояния посредством реконструкции и использования инновационных технологических приемов по предотвращению их фильтрации за счет средств федерального бюджета.

Удельные ежегодные потери оросительной воды в межхозяйственной сети мелиоративных систем в объеме 4,68 тыс. м<sup>3</sup>/га в среднесухой год на уровне 75%-ой обеспеченности следует рассматривать как резерв экономии водных ресурсов, адаптируя технологии выращивания риса к условиям маловодья.

При переходе на энергосберегающие технологии выращивания риса при экономии водных ресурсов следует использовать принцип ландшафтно-мелиоративного подхода, что позволит значительно снизить удельные показатели затрат воды в сельскохозяйственном производстве.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Амелин, В. П. Эколого-ландшафтные основы устойчивого рисоводства: монография / В. П. Амелин, С. А. Владимиров. — КубГАУ. — Краснодар, 2008. — 447 с.
2. Фролов, М. Б. К вопросу дефицита водных ресурсов на Кубани для использования в сельскохозяйственном производстве / Дорошев И. А., Н. Н. Малышева, // Сборник научных трудов по итогам IV международной научно-практической конференции «Новые тенденции развития сельскохозяйственных наук» — г. Ростов-на-Дону, 2017. — С. 24–26.
3. Величко, Е. Б. Расходные статьи водного баланса рисового чека и оросительная норма риса / Е. Б. Величко, А. Д. Обухов // Сб. науч. тр. / Кубан. СХИ. — 1984. — Вып. № 237 (265). — С. 7–12.
4. Величко, Е. Б. О снижении оросительной нормы риса / Е. Б. Величко, А. Д. Обухов // Гидротехника и мелиорация. — 1983. — № 9. — С. 30–32.
5. Величко, Е. Б. Биологические предпосылки и агро-мелиоративные приемы рационального использования воды при культуре риса / Е. Б. Величко // Биологические и агротехнические основы орошаемого земледелия. — М.: Наука, 1983. — С. 121–129.
6. Величко, Е. Б. Агро-мелиоративные основы возделывания риса / Е. Б. Величко, Б. Б. Шумаков. — Краснодар: Кн. изд-во, 1987. — 167 с.
7. Малышева, Н. Н. Развитие мелиорации на Кубани и рациональное водопользование при орошении риса / Н. Н. Малышева, С. Н. Якуба // Рисоводство № 4 (37). — Краснодар, 2017. — С. 47–56.
8. Владимиров, С. А. Основы органического рисоводства и производства экологической продукции: монография / С. А. Владимиров, Е. В. Кузнецов. — Майкоп: изд-во ГОУ ВПО «МГТУ», 2010. — 244 с.
9. Владимиров, С. А. Общая теория и практика экологически безопасного устойчивого рисоводства: монография / С. А. Владимиров. — Майкоп: изд-во ФГБОУ ВПО «МГТУ», 2012. — 472 с.
10. Ресурсосберегающее экологическое рисоводство: рекомендации / В. П. Амелин, С. А. Владимиров; Управление природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Адыгея; КубГАУ. — Майкоп: «Качество», 2008. — 68 с.
11. Зайцев, В. Б. Рисовая оросительная система / В. Б. Зайцев. — М.: Колос, 1975. — 352 с.
12. Амелин, В. П., Возделывание риса без пестицидов на Кубани / В. П. Амелин, Е. Б. Величко, И. В. Марковский, С. А. Владимиров // Земледелие. — 1988. — № 5. — С. 44–49.
13. Амелин, В. П. Экологически чистая ресурсо- и энергосберегающая технология возделывания риса и севооборотных культур / В. П. Амелин, С. А. Владимиров // Научный журнал Труды КубГАУ. — 2007. — Вып. 4 (8). — С. 165–170.
14. Владимиров, С. А. Основные положения стратегии устойчивого рисоводства на эколого-ландшафтной основе / С. А. Владимиров, В. П. Амелин // Науч. журнал Труды КубГАУ. — 2009. — Вып. 3(18). — С. 99–107.

15. Гаркуша, С. В. Основы экологического рисоводства в Краснодарском крае: методические рекомендации / С. В. Гаркуша, А. И. Трубилин, С. А. Владимиров, Е. В. Кузнецов, Н. Н. Малышева [и др.]; под общ. ред. С. А. Владимирова, М-во сел. хоз-ва и перераб. пром-сти Краснодарского края; КубГАУ. — Краснодар, 2013. — 104 с.

16. Кружилин, И. П. Селекция аэробных сортов риса / И. П. Кружилин, М. А. Ганиев, К. А. Родин, П. И. Костылев // Науч. журнал Труды КубГАУ. — 2016. — Вып. 1(58). — С. 128–133.

17. Малышева, Н. Н. Совершенствование режимов орошения риса в условиях дефицита водных ресурсов [Текст] / Н. Н. Малышева, В. А. Ладатко // Сборник научных трудов по материалам IV Международной научно-практической конференции «Основные проблемы сельскохозяйственных наук». — г. Волгоград, 2017. — С. 12–17.

**Станислав Алексеевич Владимиров**

кандидат сельскохозяйственных наук  
заведующий кафедры строительства и  
эксплуатации водохозяйственных объектов  
E-mail: st.vlad.52@yandex.ru

**Stanislav Alexeevich Vladimirov**

Ph. D. in agriculture  
Head of the Department of construction and  
operation of water facilities  
E-mail: st.vlad.52@yandex.ru

**Надежда Николаевна Малышева**

кандидат сельскохозяйственных наук  
доцент кафедры строительства и эксплуатации  
водохозяйственных объектов  
E-mail: malisheva@kmvh.ru

**Nadezhda Nikolaevna Malysheva**

Ph. D. in agriculture  
Associate professor of the Department of  
construction and operation of water facilities  
E-mail: malisheva@kmvh.ru

**Екатерина Ивановна Хатхоху**

старший преподаватель кафедры строительства и  
эксплуатации водохозяйственных объектов  
E-mail: iskra013@mail.ru

**Ekaterina Ivanovna Khatkhokhu**

Senior lector of the Department of construction and  
operation of water facilities  
E-mail: iskra013@mail.ru

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

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





# РИСОВОДСТВО / RICE GROWING

НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ / SCIENTIFIC RESEARCH AND PRODUCTION MAGAZINE

ISSN 1684–2464

3 (44) 2019

Подписано в печать	Тираж изготовлен в типографии
26.09.2019	ООО «РПЦ Офорт»
Формат 64×90/8	105118, Москва, проспект
Бумага офсетная	Буденного, д. 21, стр. 2.
Усл. печатных листов 11,16	
Заказ № 191317. Тираж 500 экз.	

# ВНИМАНИЕ! УСПЕЙТЕ ПОДПИСАТЬСЯ!

Уважаемые подписчики! Обращаем ваше внимание на то, что у нас продолжается ПОДПИСНАЯ КАМПАНИЯ на журнал «РИСОВОДСТВО» на I полугодие 2020 года



- Свежие новости отрасли
- Актуальные темы
- Полезная информация и методические рекомендации рисоводу
- Результаты научных исследований
- Новая рубрика: овощеводство

Журнал «Рисоводство» объемом 100 полос выходит 4 раза в год.

Оформить подписку на журнал вы можете в любом отделении Почты России.

**Подписной индекс на I полугодие 2020 года по каталогу российской прессы «Почта России» — 60625.**



Подробнее о подписных ценах в вашем регионе вы можете узнать в своем отделении Почты России.

Федеральное государственное унитарное предприятие «ПОЧТА РОССИИ»  
Бланк заказа периодических изданий

Ф. СП-1

**АБОНЕМЕНТ** на газету журнал **60625**  
(индекс издания)

**РИСОВОДСТВО**  
(наименование издания)

Количество копий: \_\_\_\_\_

на 20 **20** год по месяцам:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
X	X	X	X	X	X						

Куда: \_\_\_\_\_  
(почтовый индекс) (адрес)

Кому: \_\_\_\_\_  
г/иния отряда

**ДОСТАВОЧНАЯ КАРТОЧКА 60625**  
(индекс издания)

пв место лит-твр

На газету журнал **РИСОВОДСТВО**  
(наименование издания)

Стоимость	подписки	руб.	коп.	Количество комплектов
	каталожная	руб.	коп.	
	переадресовки	руб.	коп.	

на 20 **20** год по месяцам:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
X	X	X	X	X	X						

_____	_____	_____
(почтовый индекс)	город село область	_____
код улицы	район	_____
_____	улица	_____
дом корпус	квартира	_____
Фамилия, и.о.		

### Рецензия

на статью С.В. Гончарова и Ю.К. Гончаровой «Прогресс в селекции полевых культур на примере Краснодарского края», представленную для публикации в журнале «Рисоводство»

Статья посвящена анализу эффективности селекции основных полевых культур на основании темпов прироста урожайности в Краснодарском крае.

Статья изложена на 11 страницах и включает 3 таблицы и 4 рисунка. В список литературы включено 8 источников.

В тексте описана оригинальная методика решения поставленной задачи. Приведены полученные экспериментальные данные, которые проанализированы. Показано изменение площадей и урожайности полевых культур за 20 лет. Отмечен значительный прирост площади под соей и кукурузой. Прогресс в селекции наблюдается по кукурузе, сахарной свекле и рису.

В тексте статьи нами отмечены ряд редакционных замечаний. Необходимо убрать из текста фразу на стр. 9: ...провокационных «гайдаровских реформ». В научном журнале политические заявления ни к чему.

После редакционной правки статья рекомендуется к публикации.

Рецензент:  
профессор

Г.Л. Зеленский

09.09.2019.

Подпись Зеленский Г.Л. заверяю  
секретарь канцелярии Лиско И.А.





## РЕЦЕНЗИЯ

на научную статью авторов Астапчук И.Л., Репко Н.В., Скибина Ю.С.,  
Лапикова А.В.

«НАСЛЕДОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ГИБРИДОВ ОЗИМОГО ЯЧМЕНЯ К  
ВОЗБУДИТЕЛЮ СЕТЧАТОЙ ПЯТНИСТОСТИ ЛИСТЬЕВ»,  
представленную для публикации в журнале «Рисоводство».

Актуальность выбранного авторами статьи направления исследований: изучение наследования устойчивости гибридов озимого ячменя к грибному патогену для создания иммунных сортов для экологических условий Краснодарского края, не вызывает сомнений.

В статье обозначена проблема отечественного АПК, на решение которой направлена современная наука: недостаточная устойчивость современных сортов озимого ячменя к возбудителю сетчатой пятнистости листьев и ограниченное разнообразие генетического материала культуры для селекционных программ на повышение урожайности.

Рецензируемая статья содержит интересные результаты исследований. Материал изложен структурировано, экспериментальные данные представлены в 13 таблицах, список цитируемой литературы включает 8 источников.

В результате исследований выделены 36 линий, обладающих высокой продуктивностью и устойчивостью к патогену. На основе фактических экспериментальных данных создан новый генетический материал с улучшенными хозяйственно-ценными признаками. Авторы статьи приводят гибридологический анализ новых синтетических форм по устойчивости к *P. teres*, что существенно повышает научную ценность и значимость публикации.

Научность результатов экспериментов не вызывает сомнений, а их достоверность обеспечивается использованием современных средств и общепринятых методик проведения исследований. Применены также классические методы оценки растений на устойчивость к болезням, биометрического и статистического анализа. Методы исследования являются современными, адекватными и достаточными. При написании статьи авторы придерживаются современной научной терминологии и систематики. Название статьи полностью соответствует ее содержанию.

Однако в статье выявлены стилистические погрешности и опечатки, которые отмечены по тексту. Имеются следующие замечания к интерпретации полученных данных и содержанию материала:

1. Необходимо в статье четко сформулировать цель исследований.
2. Имеется упущение в разделе «материалы и методы исследований»: стоило бы указать годы проведения исследований, а также указать общее количество сортов и изучаемых гибридных комбинаций.





### Рецензия

на статью Е.В. Дубины, М.Г. Рубан и Ю.В. Анискиной «Изучение биоразнообразия *Pyricularia oryzae* Cav. В рисосеющих зонах юга России на основе метода ПЦР», представленную для публикации в журнале «Рисоводство»

Статья посвящена решению важной проблемы – изучению молекулярно-генетической структуры грибного фитопатогена *Pyricularia oryzae* Cav.

Статья изложена на 14 страницах и включает 3 таблицы и 4 рисунка. В список литературы включено 10 источников.

В тексте описана технология выполнения работы с использованием метода ПЦР. Приведены полученные экспериментальные данные, которые проанализированы. Авторами выделено 33 генотипа *Pyricularia oryzae* Cav., каждый из которых характеризуется уникальным генетическим профилем.

В тексте статьи и в выводах нами отмечены редакционные замечания. Статья рекомендуется к публикации.

Рецензент:  
профессор

Г.Л. Зеленский



09.07.2019

Паша Зинченко Г.Л. заверяю  
секретарь секретариата Аниско И.А.



### Рецензия

на статью Ю.А. Макухи и Е.В. Дубины «Разработка методологии оценки устойчивости капусты белокочанной к *Xanthomonas campestris* PV. *campestris* с применением SSR-маркеров», представленную для публикации в журнале «Рисоводство»

Статья посвящена решению важной проблемы – повышению устойчивости капусты белокочанной к сосудистому бактериозу.

Статья изложена на 10 страницах и включает таблицу и три рисунка. В список литературы включено 7 источников.

В тексте описана технология выполнения работы с использованием SSR-маркеров. Приведены полученные экспериментальные данные, которые проанализированы и сделаны корректные выводы.

В статье необходимо уточнить редакционно цель исследований.

Статья рекомендуется к публикации.

Рецензент:  
профессор

Г.Л. Зеленский



09.09.2017

Подпись Зеленский Г.Л. заверяю  
секретарь  Писко И.А.





## Рецензия

на статью С.С. Чижиковой, Н.Г. Туманьян, М.А. Ладатко «Изменчивость новых сортов риса, выращенных в условиях Абинского района Краснодарского края по признакам качества зерна», представленную для публикации в журнале «Рисоводство»

В статье показано как изменяются качественные характеристики зерна 6 сортов риса, выращенных при разном уровне азотного питания. Приведены полученные экспериментальные данные, которые проанализированы и сделаны корректные выводы.

Статья изложена на 11 страницах и включает 6 таблиц. В список литературы помещено 9 источников.

Изложенный в статье материал дополняет характеристику сортов риса, поэтому представляет научный и практический интерес.

В ходе анализа текста возникли следующие замечания и пожелания авторам:

1. Название статьи необходимо изложить в следующей редакции – «Изменчивость признаков качества зерна новых сортов риса, выращенных в условиях Абинского района Краснодарского края»;
2. В таблицы 3, 4, 5 необходимо добавить слово «...сортов...»
3. Надо было добавить признаки «вегетационный период» и «L/V зерна», тогда бы читатель видел к какой группе сорта относится. Было бы понятно почему длиннозерный позднеспелый сорт «Светлана» не корректно сравнивать с короткозерным среднеспелым сортом «Флагман». О сорте «Светлана» здесь можно говорить отдельно.

Статья после редакционных правок рекомендуется к публикации.

Рецензент:  
профессор

Г.Л. Зеленский

12.05.2019  
Подпись Зеленского Г.Л. заверяю  
секретарь дирекции И.А.



## Рецензия

на статью Э.Ю. Папуловой, Т.Б. Кумейко, К.К. Ольховой «Изменчивость сортов риса по физико-химическим признакам качества зерна в связи с различными сроками уборки и уровнем азотного питания»

В статье приводится анализ изменчивости признаков качества зерна и амилографических характеристик крахмальной дисперсии сортов риса отечественной селекции в зависимости от уровня азотных подкормок и сроков уборки. Авторы определили, что различные дозы азота не приводят к значительной изменчивости массы 1000 зерен и трещиноватости. При внесении двойной дозы удобрений у сортов Флагман, Кураж и Патриот содержание амилозы увеличивалось, у Олимпа и Фаворита – снижалось, у Рапана оставалось без изменений. Исследования, посвященные решению этих вопросов, являются актуальными.

Уникальность статьи достаточна для публикации.

Наряду с положительными сторонами работы, есть и отрицательные, которые нужно исправить.

1. Встречаются грамматические и стилистические ошибки в тексте.
2. Описание сортов лучше привести в отдельных абзацах.
3. Встречаются неудачные выражения «удовлетворительных землях».
4. Нужно уточнить градации спелости: Сорт Флагман относится к среднеспелой группе. Vegetационный период – 115-120 дней. Сорт Патриот относится к среднепозднеспелой группе с периодом вегетации 116-120 дней.
5. В выводах не отражены конкретные числовые величины результатов исследований.
6. Список литературы нуждается в редактировании, перепутаны дефисы и тире.

После исправления указанных недоработок статью можно опубликовать в «Международном научно-исследовательском журнале».

Профессор, доктор с.-х. наук, главный научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства риса  
ФГБНУ «АНЦ «Донской»

П.И. Костылев

Подпись П.И. Костылева удостоверяю,  
ученый секретарь АНЦ Донской, к.с.-х.н.

А.В. Гурева

Подпись Костылева П.И. заверяю  
секретарь  Лиско И.А.



## РЕЦЕНЗИЯ

на статью М.А. Ладатко, И.А. Зеленовой, «Реакция новых сортов риса на уровень азотного питания»

Представленный в статье экспериментальный материал обладает новизной, актуальностью и практической значимостью, так как направлен на разработку элементов технологического регламента для новых сортов риса, путем расширения информативности полученных данных при использовании регрессионного метода.

При общей положительной оценке работы в ней имеются технические погрешности, которые необходимо устранить:

- 1) В работе, в качестве азотного удобрения использовался только карбамид, поэтому в названии и по тексту следует употреблять «азотных удобрений» в единственном числе.
- 2) В ключевые слова следует добавить «рис».
- 3) В статье следует отдельно указать «Цель исследований».
- 4) По тексту имеются опечатки.

После уточнения и устранения высказанных замечаний, представленный материал рекомендуется для опубликования в открытой печати.

Ведущий научный сотрудник лаборатории  
Агрохимии и почвоведения, к.с. х.н.  
02.09.2019г.

В.Н. Паращенко

Подпись Паращенко В.Н. заверяю  
секретарь  Лиско И.А.



Рецензия

на статью «СОРТА РИСА ДЛЯ ОРГАНИЧЕСКОГО И ТРАДИЦИОННОГО  
ЗЕМЛЕДЕЛИЯ», подготовленную коллективом  
авторов в составе: Харитонов Е.М., Очкас Н.А., Гончарова Ю.К., Шелег В.А.

1. Статья соответствует тематике (направлению) журнала. *Полностью.*
2. Статья содержит: *Новые подходы к известным фактам.*
3. Название статьи соответствует содержанию. *Да.*
4. Аннотация (15-20 строк). *Требует сокращения по объему.*
5. Методы исследования. *Адекватны целям статьи*
6. Цель исследования. *Необходимо уточнить, из какой группы сортов будут выявлены сорта риса для органического земледелия.*
7. Эксперименты и данные. *Статистически обработаны.*
8. Обсуждение и интерпретация данных. *Соответствует материалу.*
9. Рисунки и подписи к рисункам. *Ясны и понятны.*
10. Таблицы и заголовки к таблицам. *Хорошо соответствуют данным*
11. Список литературы. *Содержит ссылки на публикации за последние 5 лет, на иностранные публикации. Полностью отражает тему.*
12. Оформление. *Необходимо статью оформить по правилам для авторов (по тексту обозначено синим маркером).*
13. Стилль статьи. *Статья написана хорошим языком*
14. Оригинальность текста (анализ текста и поиск копий в Интернете, eLibrary и др.): *Наличие заимствований не найдено.*
15. Заключение рецензента. *Следует рекомендовать для публикации после доработки. (Рекомендуемые исправления обозначены синим маркером).*

Д.б.н.

Туманьян Н.Г.

Подпись Туманьян Н.Г. заверяю  
секретарь Канцелярии Лиско И.А.





## Рецензия

на статью «Выделение внутрипольных контуров показателей плодородия и дифференцированное внесение минеральных удобрений под рис», подготовленную коллективом авторов в составе: Шарифуллин Р.С., Парашенко В.Н., Чижиков В.Н.

1. Соответствие статьи направлению журнала «Рисоводство». Статья соответствует тематике журнала.
2. Содержание статьи. Статья посвящена решению актуальной проблемы – совершенствованию системы минерального питания и в частности технологии внесения минеральных удобрений, от которой во многом зависит величина и качество урожая риса.
3. Соответствие названия статьи ее содержанию. Название статьи соответствует ее содержанию.
4. Аннотация. Необходимо увеличить объем аннотации до требуемых 15-20 строк, в том числе кратко изложить методику исследований.
5. Методы исследования. Выбранные методы исследования позволяют решить поставленные задачи.
6. Эксперименты и данные. Представленные в статье экспериментальные данные статистически обработаны.
7. Обсуждение и интерпретация данных. Представленные в статье данные всесторонне рассмотрены и проанализированы.
8. Рисунки и подписи к рисункам. Желательно способы отбора почвы представить схематически на рисунке.
9. Таблицы хорошо оформлены, заголовки к таблицам четки и лаконичны.
10. Список литературы. Желательно добавить публикации за последние 5 лет.
11. Стиль статьи. Статья написана хорошим научным языком. Опечатки отмечены в тексте.
12. Оригинальность текста. —————
13. Заключение рецензента. Представленная статья рекомендуется для публикации.

Зав. отделом технологий  
возделывания риса, к.с.х.н.

Подпись Ладатко В.А.  
Секретарь директора



В.А. Ладатко

И.А. Лыско

## РЕЦЕНЗИЯ

на статью М.А. Ладатко, С.И. Скубиев, Х.Х. Аль-Нуссаири «Влияние высоты отметок чеков на урожайность сортов риса в условиях рисосеющего предприятия ФГБУ РПЗ «Красноармейский»

Представленный в статье экспериментальный материал обладает новизной, актуальностью и практической значимостью, так как направлен на подбор сортов риса для выращивания на разных по гидроморфологическим свойствам почв чеках, что позволит лишь одной сортосменой повысить экономическую эффективность выращивания риса.

При общей положительной оценке работы в ней имеются технические погрешности, которые необходимо устранить:

- 1) В ключевые слова следует добавить «рис».
- 2) Следует отредактировать вывод № 4
- 3) По тексту имеются опечатки

Представленный материал рекомендуется для опубликования в открытой печати.

Ведущий научный сотрудник лаборатории агрохимии и почвоведения, к.с.-х.н.

02.09.2019 г.

*В.Н. Паращенко* В.Н. Паращенко

*Сергей Паращенко*  
*Секретарь* *руководитель* *Мино И.О.*





## Рецензия

на статью «Возможности применения материалов аэрофотосъемки БПЛА для оценки состояния урвенной поверхности рисовых чеков», подготовленную коллективом авторов в составе: Скубиев С.И., Аль-Нуссаири Х.Х.

1. Соответствие статьи направлению журнала «Рисоводство». Статья соответствует тематике журнала.
2. Содержание статьи. Статья посвящена решению актуальной проблемы – повышению качества работ по планировке поверхности рисовых чеков.
3. Соответствие названия статьи ее содержанию. Название статьи соответствует ее содержанию.
4. Аннотация. Необходимо кратко изложить методику исследований.
5. Методы исследования. Выбранные методы исследования позволяют решить поставленные задачи.
6. Эксперименты и данные. Представленные в статье экспериментальные данные статистически обработаны.
7. Обсуждение и интерпретация данных. Представленные в статье данные рассмотрены и проанализированы.
8. Рисунки и подписи к рисункам. Представленные рисунки теряют значительную часть своей информативности, т.к. формат журнала подразумевает печать их в черно-белом исполнении. Необходимо либо сократить часть рисунков, оставив устное описание, либо найти другой выход из сложившейся ситуации.
9. Таблицы хорошо оформлены, заголовки к таблицам четки и лаконичны.
10. Список литературы. Содержит публикации за последние 5 лет.
11. Стиль статьи. Статья написана научным языком. Опечатки отмечены в тексте.
12. Оригинальность текста. \_\_\_\_\_
13. Заключение рецензента. Представленная статья рекомендуется для публикации.

Зав. отделом технологий  
возделывания риса, к.с. Х.И.

Подпись Ладатко В.А. заверяю:  
Секретарь директора



  
В.А. Ладатко

  
И.А. Лыско

## Рецензия

на статью «Оценка потенциальных возможностей выращивания семян овощной фасоли в почвенно-климатических условиях Краснодарского края», подготовленную коллективом авторов в составе: Козлова И.В., Грушанин А.И., Бут Н.Н.

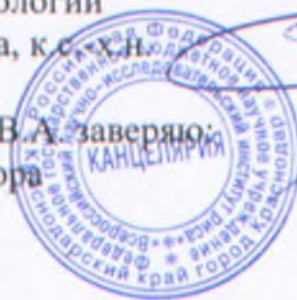
1. Соответствие статьи направлению журнала «Рисоводство». Статья соответствует тематике журнала.
2. Содержание статьи. Статья посвящена решению актуальной проблемы – обеспечению продовольственной безопасности и одновременно импортозамещения.
3. Соответствие названия статьи ее содержанию. Название статьи соответствует ее содержанию.
4. Аннотация. Исчерпывающе раскрывает содержание статьи.
5. Методы исследования. Выбранные методы исследования позволяют решить поставленные задачи.
6. Эксперименты и данные. Представленные в статье экспериментальные данные статистически обработаны.
7. Обсуждение и интерпретация данных. Представленные в статье данные всесторонне рассмотрены и проанализированы.
8. Рисунки и подписи к рисункам. Ясны и понятны.
9. Таблицы хорошо оформлены, заголовки к таблицам четки и лаконичны. Незначительные замечания по оформлению таблиц и рисунков отмечены в тексте
10. Список литературы содержит ссылки на публикации за последние 5 лет.
11. Стиль статьи. Статья написана хорошим научным языком. Опечатки отмечены в тексте.
12. Оригинальность текста. —————
13. Заключение рецензента. Представленная статья рекомендуется для публикации.

Зав. отделом технологии  
возделывания риса, к.с.х.н.

В.А. Ладатко

Подпись Ладатко В.А. заверяю;  
Секретарь директора

И.А. Лыско





Рецензия

на статью «ОБЕСПЕЧЕННОСТЬ РИСОВЫХ ПОЧВ ПОДВИЖНЫМ ФОСФОРОМ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРЕДШЕСТВЕННИКА РИСА», подготовленную коллективом авторов в составе: И.Е. Белоусов, Н.М. Кремзин

1. Статья соответствует тематике (направлению) журнала. *Полностью.*
2. Статья содержит: *Новые подходы к известным фактам.*
3. Название статьи соответствует содержанию. *Да.*
4. Аннотация (15-20 строк). *Требует сокращения по объему.*
5. Методы исследования. *Адекватны целям статьи*
6. Цель исследования. *Необходимо уточнить, из какой группы сортов будут выявлены сорта риса для органического земледелия.*
7. Эксперименты и данные. *Статистически обработаны.*
8. Обсуждение и интерпретация данных. *Соответствует материалу.*
9. Рисунки и подписи к рисункам. *Ясны и понятны.*
10. Таблицы и заголовки к таблицам. *Хорошо соответствуют данным*
11. Список литературы. *Содержит ссылки на публикации за последние 5 лет, на иностранные публикации. Полностью отражает тему.*
12. Оформление. *Необходимо статью оформить по правилам для авторов (по тексту обозначено синим маркером).*
13. Стил ь статьи. *Статья написана хорошим языком*
14. Оригинальность текста (анализ текста и поиск копий в Интернете, eLibrary и др.): *Наличие заимствований не найдено.*
15. Заключение рецензента. *Следует рекомендовать для публикации после доработки. (Рекомендуемые исправления обозначены синим маркером).*

Д.б.п.

Туманьян Н.Г.

Подпись Туманьян Н.Г. *завещаю*  
секретарь дирекции *Лиско И.А.*



## Рецензия

на статью «Парадигма сбалансированного водопотребления при эксплуатации рисовых оросительных систем в Краснодарском крае», подготовленную коллективом авторов в составе: Владимирова С.А., Малышева Н.Н., Хатхоху Е.И.

1. Соответствие статьи направлению журнала «Рисоводство». Статья соответствует тематике журнала.

2. Содержание статьи. Главным условием получения высоких урожаев риса является полная и надежная водообеспеченность посевов. Как известно, водопотребление риса, включающее испарение с поверхности воды на чеке и транспирацию, не велико и при урожайности 7-8 т/га составляет около 8-9 тыс.м<sup>3</sup>/га. Совокупно с неизбежными потерями воды на фильтрацию в прилегающие дренажно-сбросные каналы, (до 1,5 тыс.м<sup>3</sup>/га) суммарная потребность в воде при указанном уровне урожайности составляет 9,5-10,5 тыс.м<sup>3</sup>/га. В тоже время, фактическая оросительная норма риса в среднем по краю составляет 18,74 тыс.м<sup>3</sup>/га, а 8-9 тыс.м<sup>3</sup>/га приходится на непроизводительные потери, которые как показано авторами стать нужно и возможно уменьшить.

3. Соответствие названия статьи ее содержанию. Название статьи соответствует ее содержанию.

4. Аннотация изложена в соответствии с требованиями журнала.

5. Методы исследования. Выбранные методы исследования позволяют решить поставленные задачи.

6. Эксперименты и данные. Представленные в статье экспериментальные данные статистически обработаны.

7. Обсуждение и интерпретация данных. Представленные в статье данные всесторонне рассмотрены и проанализированы.

8. Рисунки и подписи к рисункам. ———

9. Таблицы хорошо оформлены, заголовки к таблицам чётки и лаконичны.

10. Список литературы содержит ссылки на публикации за последние 5 лет.

11. Стиль статьи. Статья написана хорошим научным языком. Опечатки отмечены в тексте.

12. Оригинальность текста. ———

13. Заключение рецензента. Представленная статья рекомендуется для публикации.

Зав. отделом технологий  
возделывания риса, к.с.-х.н.

В.А. Ладатко

Подпись Ладатко В.А. заверяю:  
Секретарь директора

И.А. Лыско

