

РИСОВОДСТВО

НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

ISSN 1684-2464

Учредитель: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр риса»

Издаётся 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 (ФНЦ риса),
д-р с.-х. наук, профессор
Заместитель главного редактора

В. С. КОВАЛЕВ (ФНЦ риса),
д-р с.-х. наук, профессор
Научный редактор

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

Редакционная коллегия

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

Т. Ф. БОЧКО (КубГУ), канд. биол. наук

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

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

Л. В. ЕСАУЛОВА (ФНЦ риса), канд. биол. наук

Г. А. ЗЕЛЕНСКИЙ (ФНЦ риса), д-р с.-х. наук, профессор

С. В. КИЗИНЕК (РПЗ «Красноармейский»

им. А. И. Майстренко), д-р с.-х. наук

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

П. И. КОСТЫЛЕВ (ФНЦ риса), д-р с.-х. наук, профессор

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

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

А. Н. ПОДОЛЬСКИХ (Казахский НИИ рисоводства

им. И. Жахаева), д-р с.-х. наук

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

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

Е. М. ХАРИТОНОВ (ФНЦ риса), академик РАН, профессор

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

А. Х. ШЕУДЖЕН (ФНЦ риса), академик РАН, профессор

Венцзин ЧЖЭН (Ляонинский научно-исследовательский институт риса, Китай), проф.

Массимо БИЛОНИ (Итальянская экспериментальная рисовая станция), д-р с.-х. наук

Е. В. ДУБИНА (ФНЦ риса), д-р биол. наук

Переводчик: **И. С. ПАНКОВА** (ФНЦ риса)

Корректор: **С. С. ЧИЖИКОВА** (ФНЦ риса)

Адрес редакции:

350921, Россия, Краснодар, Белозерный, 3

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 «Federal Scientific Rice Centre»

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 – Juny 6th 2017.

Editor-in-Chief

S. V. GARKUSHA (FSC of rice),

Dr. of agricultural sciences

Deputy Chief Editor

V. S. KOVALYOV (FSC of rice),

Doctor of Agricultural Sciences, professor,

Scientific Editor

N. G. TUMANYAN (FSC of rice),

Doctor of Biological Sciences, professor

Editorial Board

I. B. ABLOVA (Krasnodar Research Institute of Agriculture named after P. P. Lukianenko), Dr. of agricultural sciences

T. F. BOCHKO (KubSU), Ph.D. in biological sciences

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

V. A. DZYUBA (FSC of rice), Dr. of biological sciences, professor

L. V. ESAULOVA (FSC of rice), Ph.D. in biological sciences

G. I. ZELENSKY (FSC of rice), Dr. of agricultural sciences, professor

S. V. KIZINEK (Krasnoarmeysky Rice Growing Pedigree Plant

named after A. I. Maystrenko), Dr. of agricultural sciences

S. V. KOROLYOVA (FSC of rice), Ph. D. in agricultural sciences

P. I. KOSTYLEV (SSE «ARC «Donskoy»), Dr. of agricultural sciences,

professor

V. A. LADATKO (FSC of rice), Ph.D. in agricultural sciences

Zh. M. MUKHINA (FSC of rice), Dr. of biological sciences

A. N. PODOLSKIKH (Kazakh Scientific Research Institute of Rice

Growing named after I. Zhakhaev), Dr. of agricultural sciences

M. A. SKAZHENNIK (FSC of rice), Dr. of biological sciences

A. I. SUPRUNOV (Krasnodar Research Institute of Agriculture

named after P. P. Lukianenko), Dr. of agricultural sciences

E. M. KHARITONOV (Academician of Russian Academy of

Sciences), professor

M. I. CHEBOTAREV (KubSAU), Dr. of engineering sciences, professor

A. KH. SHEUDZHEN (FSC of rice), Academician of Russian

Academy of Sciences, professor

Wenjing ZHENG (Liaoning Rice Research Institute of China), prof.

Massimo BILONI (Italian Rice Experiment Station), Dr. of

agriculture

E. V. DUBINA (FSC of rice), Dr. of biological sciences

Interpreter **I. S. PANKOVA** (FSC of rice)

Proofreader: **S. S. CHIZHIKOVA** (FSC of rice)

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

Туманьян Н.Г., Мухина Ж.М., Коротенко Т.Л., Папулова Э.Ю., Чухирь И.Н. Характеристика цветных и белозерных образцов риса коллекции УНУ ФНЦ риса по признакам пищевой ценности зерна	6
Кумейко Т.Б., Чижикова С.С. Качество зерна новых российских сортов риса, выращенных в Абинском районе Краснодарского края (долинный агроландшафт) в 2018-2020 гг.	12
Скаженник М.А., Ковалев В.С., Есаулова Л.В., Чижиков В.Н., Оглы А.М., Пшеницына Т.С., Григорьев А.О. Исследование агроценозов сортов риса с разной крупностью зерна	18
Белоусов И.Е., Чижиков В.Н., Слепцова О.И. Эффективность новых удобрений для некорневой подкормки при выращивании перспективных сортов риса	26
Слюсарев В.Н., Осипов А.В., Тешева С.А., Суминский И.И. Влияние многолетнего использования почв рисовых агроландшафтов на агрофизические свойства	33
Брагина О.А., Оглы А.М., Бородин Д.Ю. Результаты демонстрационных испытаний фунгицида Амистар Топ при защите риса от пирикулярриоза	41
Королева С.В., Пистун О.Г., Полякова Н.В. Испытание гибридов перца сладкого на основе мужской стерильности в весенних пленочных теплицах	46
Лазько В.Э., Варивода Е.А., Якимова О.В., Ковалева Е.В., Масленникова Е.С. Адаптивная способность сортов дыни отечественной селекции к различным агроэкологическим зонам	53

СОДЕРЖАНИЕ**Болотин С.Н., Бочко Т.Ф., Халяпина А.В.**

Сравнительная характеристика парамагнитных свойств и биологической активности лугово-черноземной почвы 59

Козлова И. В.

Влияние освещения различными типами ламп на рост и развитие растений томата 65

Зеленский Г.Л.

Вклад селекционера С. А. Яркина в развитие отечественного рисоводства 71

Шуляков А.Г., Чижиков В.Н., Шарифуллин Р.С.

Перспективная молотилка для рисоуборочного комбайна 77

Туманьян Н.Г., Мухина Ж.М., Коротенко Т.Л., Юрченко С.А., Папулова Э.Ю., Л. В. Есаулова

Сорта риса с цветным перикарпом и высокими признаками качества зерна 81

НАШИ ЮБИЛЯРЫ

Шеуджен Асхад Хазретович 89

Беспалова Людмила Андреевна

TABLE OF CONTENTS

SCIENTIFIC PUBLICATIONS

Tumanyan N. G., Mukhina Z. M., Korotenko T. L., Papulova E. Yu., Chukhir I. N. Characteristic of colored and white-grained rice samples from the collection of Federal scientific rice centre by the traits of gran nutritional value	6
Kumeyko T. B., Chizhikova S. S. Grain quality of new russian rice varieties grown in Abinskiy district, Krasnodar region (valley agrolandscape) in 2018-2020	12
Skazhennik M. A., Kovalyov V. S., Esaulova L. V., Chizhikov V. N., Ogly A. M., Pshenitsyna T. S., Grigoriev A. O. Study of agrocoenosis of rice varieties with different grain sizes their state	18
Belousov I. E., Chizhikov V. N., Sleptsova O. I. Efficiency of new fertilizers for folk fertilization in growing promising rice varieties	26
Slyusarev V. N., Osipov A. V., Sumisky I. I., Tesheva S. A. Impact of long-term use of soils in rice agrolandscapes on their agrophysical properties	33
Bragina O. A., Ogly A. M., Borodin D. Y. Results of Amistar Top demonstration tests for rice protection against pyriculariasis	41
Koroleva S. V., Pistun O. G., Polyakova N. V. Testing sweet pepper hybrids based on male sterility in spring film greenhouses	46
Lazko V. E., Yakimova O. V., Kovaleva E. V., Varivoda E. A., Maslennikova E. S. Adaptive ability of melon varieties of domestic selection to various agroecological zones	53

TABLE OF CONTENTS

Bolotin S. N., Bochko T. F., Khalyapina A. W. Comparative characteristics of paramagnetic properties and biological activity of meadow-chernozem soils	59
Kozlova I. V. The effect of lighting by various types of lamps on the growth and development of tomato plants	65
Zelensky G. L. Breeder's contribution C. A. Yarkin in the development of domestic rice growing	71
Shulyakov A. G., Chizhikov V. N., Sharifullin R. S. Advanced thresher for rice harvester	77
Tumanyan N. G., Mukhina Z. M., Korotenko T. L., Yurchenko S. A., Papulova E. Yu., Esaulova L. V. Rice varieties with colored pericarp and high grain quality traits	81

OUR ANNIVERSARIES:

Sheudzhen Askhad Khazretovich	89
--------------------------------------	----

Bespalova Lyudmila Andreevna

DOI 10.33775/1684-2464-2022-54-1-6-11
УДК: 631.9

Туманьян Н.Г., д-р биол. наук, проф.,
Мухина Ж.М., д-р биол. наук,
Коротенко Т.Л., канд. с.-х. наук,
Папулова Э.Ю., канд. биол. наук,
Чухирь И.Н., канд. с.-х. наук
г. Краснодар, Россия

ХАРАКТЕРИСТИКА ЦВЕТНЫХ И БЕЛОЗЕРНЫХ ОБРАЗЦОВ РИСА КОЛЛЕКЦИИ УНУ ФНЦ РИСА ПО ПРИЗНАКАМ ПИЩЕВОЙ ЦЕННОСТИ ЗЕРНА

Представлены результаты изучения качества зерна гибридов белозерных и цветных сортов риса из коллекции УНУ ФНЦ риса «Коллекция генетических ресурсов риса, овощных и бахчевых культур». Исследования проведены в рамках селекционной программы создания сортов риса для функционального питания. Целью исследований явилось изучение показателей признаков технологической и пищевой ценности зерна: содержания амилозы, белка, цвета перикарпа, остистости, крупности, стекловидности, трещиноватости 11-ти образцов потенциальных доноров высоких признаков качества зерна для оценки возможности использования генотипов с цветным и неокрашенным перикарпом зерновки в селекции сортов риса. Оценку содержания амилозы проводили по В.О. Juliano, содержания белка - на сертифицированном оборудовании, технологических признаков - по ГОСТам. Были выделены лучшие гибриды по признакам качества зерна со стекловидностью 82-89 %, трещиноватостью 2-9 %, содержанием белка 8,0-8,1 %, повышенным содержанием амилозы – 20,0-21,0 %.

Ключевые слова: рис, зерно, сорт, пищевая ценность, амилоза, белок.

CHARACTERISTIC OF COLORED AND WHITE-GRAINED RICE SAMPLES FROM THE COLLECTION OF FEDERAL SCIENTIFIC RICE CENTRE BY THE TRAITS OF GRAN NUTRITIONAL VALUE

The article presents results of studying the grain quality of rice hybrids of white-grained and colored varieties from the collection of USU of Federal Scientific Rice Centre "Collection of Genetic Resources of Rice, Vegetables and Melons". The studies were carried out within the framework of the breeding program on development of rice varieties for functional nutrition. Purpose of the research was to study the indicators of the technological and nutritional value of grain: amylose content, pericarp color, protein content, spinousness, size, vitreousity, fracturing of 11 samples of potential donors of high grain quality traits to assess the possibility of using genotypes with colored and uncolored grain pericarp in breeding rice varieties. The amylose content was assessed according to B.O. Juliano, protein content was determined on certified equipment, technological traits were evaluated according to GOSTs. The best hybrids were identified on the basis of grain quality with vitreousity of 82-89%, fracturing - 2-9%, protein content - 9.1-9.8%, high amylose content - 20.0-21.0%.

Keywords: rice, grain, variety, nutritional value, amylose, protein.

Введение

В России допущено к использованию более 60-ти сортов риса. Из них большая часть создана в ФГБНУ «ФНЦ риса». Необходимая рентабельность производства рисопроductов определяется качеством сорта, технологией его выращивания, реакцией сорта на погодные условия вегетации, условиями уборки, хранения и переработки зерна. В основе востребованности рисопроductов потребителем лежат высокие технологические и пищевые характеристики риса.

Селекционный процесс цветных сортов определяется использованием разнообразных генотипов риса, как цветных, так и белозерных сортов мировых коллекций зародышевой плазмы. Все процессы скрещиваний по селекционным программам с целью получения сортов с высокими признаками качества зерна сопровождаются отбором образ-

цов по агробиологическим характеристикам, параметрам качества зерна. Такие отборы требуют комплексной оценки качества, в том числе пищевых достоинств.

Сорта риса с окрашенным в разные цвета перикарпом зерновки (красный, фиолетовый и различные их оттенки), выращивают практически во всех рисопроизводящих странах. Однако характер потребления населением различен, он может быть традиционным, может быть не свойственным, но функциональным. Цветной рис включает многочисленные сорта с историческим опытом выращивания в странах Юго-Восточной Азии, таких, как Китай, Индия, Таиланд, Бангладеш, Вьетнам и Индонезия. Цветной рис выращивают в Италии, Испании, Америке, России и др. странах. В научной литературе обсуждается российская генплазма цветного риса [4, 19, 20].

С целью выведения высококачественных новых сортов этого типа ведутся исследования свойств и генетики краснозерных и чернозерных сортов, диких форм в посевах. Получение новых сортов с цветным перикарпом, например с коротким периодом вегетации, можно достичь с помощью облучения [15]. В Индонезии зерна риса облучали гамма-лучами ^{60}Co в дозах 100, 200, 300 и 400 Гр. Из многочисленных генотипов красного и черного риса был выбран сорт с высоким содержанием антоцианов [16].

Несколько сортов высокогорного красного риса из провинции Восточная Нуса-Тенгара (Индонезия) были оценены по различным признакам: физическим свойствам зерна, содержанию амилозы и антоцианов в зародышевой плазме (18 генотипов). Длина ядра тестируемых генотипов была классифицирована как длинная, средняя и короткая, а форма - тонкая, средняя и широкая [11]. Изучалось наследование красного цвета зерна и цветковых чешуй в восьми гибридах, полученных при скрещивании сортов риса с белыми и красными зернами. Был сделан вывод о том, что красное зерно в рисе управляется одним доминантным геном в шести скрещиваниях, соответствующих соотношению хи-квадрат F_2 3:1, двумя доминантными генами - в двух скрещиваниях, демонстрирующих отношение хи-квадрат F_2 9:7, что указывает на комплементарный тип действия гена [21].

Проводятся исследования биологически активных веществ риса, которые составляют основу соответствующих функциональных продуктов из риса. Изучены профили биоактивных соединений (фенолы и флавоноиды в свободной и связанной фракциях, антоцианы, проантоцианидины, витамин Е и γ -оризанол) рисовых отрубей из шести образцов цветного риса, собранных на местных рынках в Таиланде. Проантоцианидины обнаружены только в отрубях красного риса, но не в отрубях черного риса [7]. Антоцианы были основным соединением в группе черного риса (21,15-441,96 мг/100 г риса) [14]. Проверено 600 пар праймеров SSR против 11 сортов риса, получено 409 полиморфных амплифицированных фрагментов с использованием 16 SSR-маркеров, количество аллелей на локус колебалось от 11 до 47, в среднем 25,6 [12]. Охарактеризована роль гена R2R3 MYB OsKala3 в пигментации околоплодника риса с помощью генетических и молекулярных подходов.

Изучено генетическое разнообразие коллекции зародышевой плазмы цветного риса, содержащей 376 образцов черно-фиолетового риса и 172 образца красного перикарпа, хранящихся в Университете Донг-А. В лаборатории семян и биотехнологии Федерального университета Пелотаса показана большая генетическая изменчивость по-

пуляции красного риса. Генплазма риса проанализирована с использованием шести изоферментных систем и девятнадцати микросателлитных маркеров. В результате чего идентифицировано 23 биохимических и 54 молекулярных аллеля, которые использовались для оценки индексов полиморфизма (PIC) и генетического сходства [10]. Показано присутствие шести основных антоцианидинов, два из которых - апигенидин и апигенин [5].

Было показано, что цветные фенольные экстракты (CRPE) могут снижать дисфункцию β -клеток поджелудочной железы путем усиления экспрессии генов, участвующих в путях секреции инсулина, что очень важно при диабете 2-го типа. Был сделан вывод, что экстракт RRK потенциально может быть функциональным продуктом питания для лечения сахарного диабета, так как может улучшать нарушенную толерантность к глюкозе (у мышей с моделями диабета за счет усиления экспрессии GLUT4 в скелетных мышцах) [18, 13]. Показано, что проантоцианидиновая фракция, полученная из красного риса (PRFR), обладает противоопухолевым эффектом [9].

Цель исследований

Изучить технологические и биохимические признаки качества гибридов белозерных и цветных сортов риса F_2 в селекции сортов с высокими показателями признаков качества зерна.

Материалы и методы

Материалом исследований служило зерно гибридов риса F_2 , полученных из Уникальной научной установки ФНЦ риса «Коллекция генетических ресурсов риса, овощных и бахчевых культур». Определение амилозы проводили колориметрически, с помощью амилозо-йодной реакции по методу Juliano. Для расчета содержания амилозы использовали смешанные стандарты амилоза / амилопектин [8]. Массу 1000 абсолютно сухих зерен определяли по ГОСТу 10842-89 [12], стекловидность - по ГОСТу 10987-76 [6], трещиноватость - на диафаноскопе ДСЗ - 3, длину зерновки - с применением системы анализа изображений LA 2400 Win SEEDLE, (Канада). Статистическую обработку данных проводили с помощью программ Microsoft Excel.

Результаты и обсуждение

Была проведена гибридизация белозерных и цветных сортов риса и получены поколения F_1 и F_2 : Рубин x Велес, Рубин x Альянс, Мавр x Светлана, Red Blastonik x Велес, Red Blastonik x Альянс, Дигаплоид Heibar x Велес, Дигаплоид Heibar x Альянс, Дигаплоид к.2327 x Велес, Дигаплоид к.2327 x Альянс, ВНИИР 10163 x Велес, ВНИИР 10163 x Альянс. Гибриды выращены в камерах искусственного климата. Данные по окраске перикарпа, остистости и длине зерновки представлены в таблице 1.

Таблица 1. Морфологические признаки зерна гибридов риса

№	Родители	Окраска перикарпа зерновки	Остистость зерна	Длина зерновки, мм
1	Рубин х Велес	красный	остистый	8,0
2	Рубин х Альянс	красный	безостый	8,4
3	Мавр х Светлана	черный	безостый	9,6
4	Red Blastonik х Велес	красный	безостый	9,2
5	Red Blastonik х Альянс	красный	безостый	8,5
6	Дигапloid Heibar х Велес	красный	полуостистый	8,0
7	Дигапloid Heibar х Альянс	красный	безостый	8,7
8	Дигапloid к.2327 х Велес	красный	безостый	9,8
9	Дигапloid к.2327 х Альянс	темно-коричневый	безостый	8,8
10	ВНИИР 10163 х Велес	темно-коричневый	безостый	9,1
11	ВНИИР 10163 х Альянс	темно-коричневый	безостый	8,7

Сортообразцы Рубин, Мавр, Red Blastonik, Дигапloid Heibar, Дигапloid к.2327, ВНИИР 10163 обладают окрашенным перикарпом зерна. В F_2 были выделены образцы с красным и черным перикарпом зерновки. Из одиннадцати гибридов F_2 один образец был остистым (Рубин х Велес) и один полуостистым (Дигапloid Heibar х Велес), остальные безостыми. Остистость – нежелательный признак для сортов риса, который может усиливаться в связи с погодными условиями, поэтому он включен в параметры оценки исходного материала. Два образца характеризовались полуверетеновидной формой зерновки: Мавр х Светлана, Дигапloid к.2327 х Велес. Стекловидность

зерна находилась в пределах 62-88 %, трещиноватость – 5-36 %. У гибридов, для которых донорами окрашенного перикарпа стал сорт Рубин, стекловидность была ниже, чем у таковых, где донором был сортообразец ВНИИР 10163 на 9 и 16 %, Red Blastonik - на 8 и 9 % соответственно. Низкая стекловидность отмечена у гибридов Дигапloid к.2327хВелес и МаврхСветлана. Низкой трещиноватостью характеризовались образцы ВНИИР 10163 х Велес, ВНИИР 10163 х Альянс, Дигапloid к.2327 х Альянс, Дигапloid Heibar х Альянс (5-8 %). Значительно выше показатели трещиноватости зерна у Мавр х Светлана, Дигапloid к.2327 х Велес (36, 27 %) (табл. 2).

Таблица 2. Технологические признаки качества зерна F_2 белозерных и цветных сортов

№	Родители	Масса 1000 а.с. зерен, г	Стекловидность, %	Трещиноватость, %
1	Рубин х Велес	27,2	75	15
2	Рубин х Альянс	27,7	73	14
3	Мавр х Светлана	33,6	62	36
4	Red Blastonik х Велес	24,8	83	11
5	Red Blastonik х Альянс	26,8	82	11
6	Дигапloid Heibar х Велес	26,6	82	10
7	Дигапloid Heibar х Альянс	23,3	87	9
8	Дигапloid к.2327 х Велес	28,4	68	27
9	Дигапloid к.2327 х Альянс	24,4	88	5
10	ВНИИР 10163 х Велес	25,6	85	8
11	ВНИИР 10163 х Альянс	23,8	89	8

В связи с тем, что содержание амилозы и белка в зерне определяет пищевые достоинства риса, было определено их содержание в

изучаемых образцах. Показатели биохимических признаков качества представлены в таблице 3.

Таблица 3. Биохимические признаки зерна гибридов риса

№	Родители	Содержание амилозы, %	Содержание белка, %
1	Рубин х Велес	20,0	7,9
2	Рубин х Альянс	19,7	8,0
3	Мавр х Светлана	21,1	8,1
4	Red Blastonik х Велес	17,5	7,7
5	Red Blastonik х Альянс	17,2	7,7
6	Дигапloid Heibar х Велес	19,8	8,0
7	Дигапloid Heibar х Альянс	20,0	7,9

Продолжение таблицы 3

№	Родители	Содержание амилозы, %	Содержание белка, %
8	Дигаплоид к.2327 х Велес	21,0	8,1
9	Дигаплоид к.2327 х Альянс	18,3	7,6
10	ВНИИР 10163 х Велес	18,5	7,5
11	ВНИИР 10163 х Альянс	16,5	7,6

Пониженное содержание амилозы в крахмале зерновки позволяет использовать рисопродукты для детского и диетического питания. Red Blastonik х Велес, Red Blastonik х Альянс, ВНИИР 10163 х Альянс, цветные образцы с содержанием амилозы 16,5-17,5 %, могут быть использованы в селекционном процессе, однако они имеют достаточно высокое ее содержание, чтобы говорить о детском питании. Средне- и высокоамилозные сорта риса используются для определенного вида кулинарных изделий, где необходима рассыпчатая консистенция гарнира. Краснозерный Дигаплоид к.2327 х Велес и чернозерный Мавр х Светлана характеризуются средним уровнем амилозы в крахмале (более 21,0 %), что позволит при дальнейшей селекционной работе создать сорта для выработки таких кулинарных блюд. В отношении содержания белка в зерне максимальными показателями параметра (8,0 и более %) характеризуются Рубин х Альянс, Мавр х Светлана, Дигаплоид Heibar х Ве-

лес, Дигаплоид к.2327 х Велес.

Выводы

По результатам фенотипирования образцов F_2 лучшими гибридами по качеству зерна признаны: Дигаплоид Heibar х Альянс и Дигаплоид к.2327 х Альянс; по содержанию белка - Мавр х Светлана, Red Blastonik х Велес, Дигаплоид к.2327 х Велес, ВНИИР 10163 х Велес (8,0 и выше %). Повышенным содержанием амилозы характеризовались F_2 Рубин х Велес, Дигаплоид Heibar х Альянс (20,0 %) и Дигаплоид к.2327 х Велес (21,0 %). Гибриды будут использованы в селекционном процессе создания сортов с высокими признаками качества зерна, в том числе с цветным перикарпом, для функционального питания. Дальнейшая селекционная работа с использованием соответствующего селекционного материала для создания линий, позволит получить сорта с высокими технологическими и пищевыми достоинствами для функционального питания.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Кубанского научного фонда, грант МФИ 20.1-34/21 «Создание предселекционных ресурсов риса с повышенной антиоксидантной активностью зерна для селекции сортов нового поколения, предназначенных для функционального питания, на основе комплексного селекционного подхода, сочетающего классические селекционные методы, геномные, клеточные и цифровые технологии».

ЛИТЕРАТУРА

- ГОСТ 10842-89. Зерно зерновых и бобовых культур и семена масличных культур. Метод определения массы 1000 зерен и 1000 семян; введ. 1999-07-01. – Москва: Межгос. Совет по стандартизации, метрологии и сертификации; Москва: Изд-во стандартов, – Зерно. Методы анализа, 2009. – 7 с.
- ГОСТ 10987-76. Метод определения стекловидности; введ. 1977-06-01. – Москва: Межгос. Совет по стандартизации, метрологии и сертификации; Москва: Изд-во стандартов, 2009. – 53 с.
- Зеленская, О. В. Генетические ресурсы риса (*Oryza sativa* L.) с окрашенным перикарпом зерна / О. В. Зеленская, Г. Л. Зеленский, Н. В. Остапенко, Н. Г. Туманьян // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2018. – V. 22 – №. 3. – P. 296–303. <https://doi.org/10.18699/vj18.363>.
- Chu, D.B. Arsenic and Heavy Metals in Vietnamese Rice: Assessment of Human Exposure to These Elements through Rice Consumption / Dinh Binh Chu, Hung Tuan Duong, Minh Thi Nguyet Luu, Hong-An Vu-Thi, Bich-Thuy Ly, Vu Duc Loi // Journal of analytical methods in chemistry. – 2021. – Vol. 2021. <https://doi.org/10.1155/2021/6661955>.
- Hanum, T. Extraction and stability of natural colorant from red glutinous rice bran (*Oryza Sativa Glutinosa*) / T. Hanum // Jurnal Teknologi Dan Industri Pangan. – 2001. – Vol. 12. – №. 1. <https://journal.ipb.ac.id/index.php/jtip/article/view/940>.
- Hartono, H. Sh. O. Extraction and chemical compounds identification of red rice bran oil using gas chromatography – mass spectrometry (GC-MS) Method / Hoo Sheren Oktavia Hartono, Hartati Soetjipto, dan A. Ign. Kristijanto // Eksakta: Jurnal Ilmu-ilmu MIPA. – 2017. – Vol. 17. – №. 2. – P. 98-110.
- Huang, Yu-Ping Bioactive compounds and antioxidative activity of colored rice bran / Yu-Ping Huang, Hsi-MeiLai // Journal of food and drug analysis. – 2016. – Vol. 24. – №. 3. – P. 564 – 574. <https://doi.org/10.1016/j.jfda.2016.01.004>.
- ISO 6647-1:2007* Rice - Part 1.
- Kedsara, J. Thai pigmented rice bran extracts inhibit production of superoxide, nitric oxide radicals and inducible nitric oxide synthase in cellular models / J. Kedsara, H. Pintusorn // Asian pacific journal of tropical biomedicine. – 2019. – Vol. 9. – №. 7. – P. 291 – 298. DOI <https://doi.org/10.4103/2221-1691.261809>.
- Malone, G. Biochemical and molecular characterization of red rice ecotypes from the rio grande do sul state, brazil caracterização bioquímica e molecular de acessos de arroz vermelho coletados no estado do rio grande do sul / G. Malone, P.D. Zimmer, M.A. da Silva de Castro, L.N. Arias, G.E. Meneghello, S.T. Peske // Pesquisa agropecuária tropical. – 2007. – Vol. 37. – №. 2. – P. 77 – 85. <https://doi.org/10.5216/pat.v37i2.1823>.

11. Markus, J.E.R. Variations of grain physical properties, amylose and anthocyanin of upland red rice cultivars from East Nusa Tenggara, Indonesia / J.E.R. Markus, S.S. N. Antonius, S.O. Shirly, S.M. Yosep // *Biodiversitas*. – 2021. – Vol. 22. – №. 3. – P. 1345-1354. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d220335>.
12. Park, J.-R. Assessment of the genetic diversity of rice germplasms characterized by black-purple and red pericarp color using simple sequence repeat markers / Jae-Ryoung Park, Won-Tae Yang, Yong-Sham Kwon, Hyeon-Nam Kim, Kyung-Min Kim, Doh-Hoon Kim // *Plants*. – 2019. – Vol. 8. – №. 11. – P. 471. <https://doi.org/10.3390/plants8110471>.
13. Prasad B. J. RETRACTED: Health benefits of black rice – A review / B. J. Prasad, P. S. Sharavanan and R. Sivaraj // *Grain & Oil Science and Technology*. – 2019. – V. 2(4). – P. 109-113. <https://doi.org/10.1016/j.gaost.2019.09.005>.
14. Phaiwan, P. Chemometric classification of pigmented rice varieties based on antioxidative properties in relation to color / P. Phaiwan, J. Sudarat // *Songklanakarin journal of science and technology (SJST)*. – 2016. – Vol. 38. – №. 5. – P. 463 – 472. DOI <https://doi.org/10.14456/sjst-psu.2016.62>.
15. Sjahril, R. Selection of early maturing and high yielding mutants of Toraja Local Red Rice Grown from M2-M3 Population after Ion Beam Irradiation / Rinaldi Sjahril, A. R. Trisnawaty, Muhammad Riadi, R. Rafiuddin, Sato T., K. Toriyama, Y. Hayashi, A. Tomoko // *Hayati journal of biosciences*. – 2020. – Vol. 27. – №. 2. – P. 166. DOI:10.4308/HJB.27.2.166.
16. Sri Suliartini, N.W. Superior lines candidates evaluation of two local red rice Southeast Sulawesi cultivars (Indonesia) derived from gamma rays irradiation techniques / Ni Wayan Sri Suliartini, Kuswanto Kuswanto, Nur Basuki, Andy Soegianto // *International journal of plant biology*. – 2017. – Vol. 7. – №. 1. <https://doi.org/10.4081/pb.2016.6475>.
17. Subkamkaew, Ch. Proanthocyanidin-Rich Fractions from Red Rice Extract Enhance TNF- α -Induced Cell Death and Suppress Invasion of Human Lung Adenocarcinoma Cell A549 / Ch. Subkamkaew, P. Limtrakul (Dejkriengkraikul), S. Yodkeeree // *Molecules*. – 2019. – Vol. 24. – №. 18. – P. 3393. DOI <https://doi.org/10.3390/molecules24183393>.
18. Takakazu, Y. Red rice koji extract alleviates hyperglycemia by increasing glucose uptake and glucose transporter type 4 levels in skeletal muscle in two diabetic mouse models / Takakazu Yagi, Koji Ataka, Kai-Chun Cheng, Hajime Suzuki, Keizaburo Ogata, Yumiko Yoshizaki, Kazunori Takamine, Ikuo Kato, Shouichi Miyawaki, Akio Inui, Akihiro Asakawa // *Food & nutrition research*. – 2020. – Vol. 64. – P. 1–9. <https://doi.org/10.29219/fnr.v64.4226>.
19. Tumanian, N.G. Colored rice varieties of Russian breeding in terms of grain quality for development of functional rice varieties / N.G. Tumanian, Zh.M. Mukhina, L.V. Esaulova, E.Yu. Papulova, E.G. Savenko, S.V. Garkusha // *E3S Web of Conferences* 224, 04021 (2020). TPACEE-2020 <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202022404021>. 0.52.
20. Waghmode, B.D. Inheritance studies in red kernel rice (*Oryza sativa* L.) / B.D. Waghmode, G.R. Sabnis, V.C. Navhale, B.L. Thaware // *Electronic journal of plant breeding*. – 2017. – Vol. 8. – №. 2. – P. 521 – 527. <https://doi.org/10.5958/0975-928X.2017.00078.3>.

REFERENCES

1. GOST 10842-89. Grain of cereals and legumes and oilseeds. Method for determining the mass of 1000 grains and 1000 seeds; introduced 1999-07-01. – Moscow: Mezghos. Council for Standardization, Metrology and Certification; Moscow: Publishing house of standards, – Grain. Methods of analysis, 2009. – 7 p.
2. GOST 10987-76. Method for determining vitreosity; introduced 1977-06-01. – Moscow: Mezghos. Council for Standardization, Metrology and Certification; Moscow: Publishing House of Standards, 2009. – 53 p.
3. Zelenskaya, O.V. Genetic resources of rice (*Oryza Sativa* L.) with colored pericarp / O.V. Zelenskaya, G. L. Zelensky, N. V. Ostapenko, N. G. Tumanyan // *Vavilovskij žurnal genetiki i selekcii*. – 2018. – Vol. 22. – №. 3. – P. 296–303. <https://doi.org/10.18699/vj18.363>.
4. Chu, D.B. Arsenic and Heavy Metals in Vietnamese Rice: Assessment of Human Exposure to These Elements through Rice Consumption / Dinh Binh Chu, Hung Tuan Duong, Minh Thi Nguyet Luu, Hong-An Vu-Thi, Bich-Thuy Ly, Vu Duc Loi // *Journal of analytical methods in chemistry*. – 2021. – Vol. 2021. <https://doi.org/10.1155/2021/6661955>.
5. Hanum, T. Extraction and stability of natural colorant from red glutinous rice bran (*Oryza Sativa Glutinosa*) / T. Hanum // *Jurnal Teknologi Dan Industri Pangan*. – 2001. – Vol. 12. – №. 1. <https://journal.ipb.ac.id/index.php/jtip/article/view/940>.
6. Hartono, H. Sh. O. Extraction and chemical compounds identification of red rice bran oil using gas chromatography – mass spectrometry (GC-MS) Method / Hoo Sheren Oktavia Hartono, Hartati Soetjipto, dan A. Ign. Kristijanto // *Eksakta: Jurnal Ilmu-ilmu MIPA*. – 2017. – Vol. 17. – №. 2. – P. 98-110.
7. Huang, Yu-Ping Bioactive compounds and antioxidative activity of colored rice bran / Yu-Ping Huang, Hsi-Mei Lai // *Journal of food and drug analysis*. – 2016. – Vol. 24. – №. 3. – P. 564 – 574. <https://doi.org/10.1016/j.jfda.2016.01.004>.
8. ISO 6647-1:2007* Rice - Part 1.
9. Kedsara, J. Thai pigmented rice bran extracts inhibit production of superoxide, nitric oxide radicals and inducible nitric oxide synthase in cellular models / J. Kedsara, H. Pintusorn // *Asian pacific journal of tropical biomedicine*. – 2019. – Vol. 9. – №. 7. – P. 291 – 298. DOI <https://doi.org/10.4103/2221-1691.261809>.
10. Malone, G. Biochemical and molecular characterization of red rice ecotypes from the rio grande do sul state, brazil caracterização bioquímica e molecular de acessos de arroz vermelho coletados no estado do rio grande do sul / G. Malone, P.D. Zimmer, M.A. da Silva de Castro, L.N. Arias, G.E. Meneghello, S.T. Peske // *Pesquisa agropecuária tropical*. – 2007. – Vol. 37. – №. 2. – P. 77 – 85. <https://doi.org/10.5216/pat.v37i2.1823>.
11. Markus, J.E.R. Variations of grain physical properties, amylose and anthocyanin of upland red rice cultivars from East Nusa Tenggara, Indonesia / J.E.R. Markus, S.S. N. Antonius, S.O. Shirly, S.M. Yosep // *Biodiversitas*. – 2021. – Vol. 22. – №. 3. – P. 1345-1354. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d220335>.

12. Park, J.-R. Assessment of the genetic diversity of rice germplasms characterized by black-purple and red pericarp color using simple sequence repeat markers / Jae-Ryoung Park, Won-Tae Yang, Yong-Sham Kwon, Hyeon-Nam Kim, Kyung-Min Kim, Doh-Hoon Kim // *Plants*. – 2019. – Vol. 8. – № 11. – P. 471. <https://doi.org/10.3390/plants8110471>.
13. Prasad, B. J. RETRACTED: Health benefits of black rice – A review / B. J. Prasad, P. S. Sharavanan and R. Sivaraj // *Grain & Oil Science and Technology*. – 2019. – V. 2(4). – P. 109-113. <https://doi.org/10.1016/j.gaost.2019.09.005>.
14. Phaiwan, P. Chemometric classification of pigmented rice varieties based on antioxidative properties in relation to color / P. Phaiwan, J. Sudarat // *Songklanakarin journal of science and technology (SJST)*. – 2016. – Vol. 38. – №. 5. – P. 463 – 472. DOI <https://doi.org/10.14456/sjst-psu.2016.62>.
15. Sjahril, R. Selection of early maturing and high yielding mutants of Toraja Local Red Rice Grown from M2-M3 Population after Ion Beam Irradiation / Rinaldi Sjahril, A. R. Trisnawaty, Muhammad Riadi, R. Rafiuddin, Sato T., K. Toriyama, Y. Hayashi, A. Tomoko // *Hayati journal of biosciences*. – 2020. – Vol. 27. – №. 2. – P. 166. DOI:10.4308/HJB.27.2.166.
16. Sri Suliartini, N.W. Superior lines candidates evaluation of two local red rice Southeast Sulawesi cultivars (Indonesia) derived from gamma rays irradiation techniques / Ni Wayan Sri Suliartini, Kuswanto Kuswanto, Nur Basuki, Andy Soegianto // *International journal of plant biology*. – 2017. – Vol. 7. – №. 1. <https://doi.org/10.4081/pb.2016.6475>.
17. Subkamkaew, Ch. Proanthocyanidin-Rich Fractions from Red Rice Extract Enhance TNF- α -Induced Cell Death and Suppress Invasion of Human Lung Adenocarcinoma Cell A549 / Ch. Subkamkaew, P. Limtrakul (Dejkriengkraikul), S. Yodkeeree // *Molecules*. – 2019. – Vol. 24. – №. 18. – P. 3393. DOI <https://doi.org/10.3390/molecules24183393>.
18. Takakazu, Y. Red rice koji extract alleviates hyperglycemia by increasing glucose uptake and glucose transporter type 4 levels in skeletal muscle in two diabetic mouse models / Takakazu Yagi, Koji Ataka, Kai-Chun Cheng, Hajime Suzuki, Keizaburo Ogata, Yumiko Yoshizaki, Kazunori Takamine, Ikuo Kato, Shouichi Miyawaki, Akio Inui, Akihiro Asakawa // *Food & nutrition research*. – 2020. – Vol. 64. – P. 1–9. <https://doi.org/10.29219/fnr.v64.4226>.
19. Tumanian, N.G. Colored rice varieties of Russian breeding in terms of grain quality for development of functional rice varieties / N.G. Tumanian, Zh.M. Mukhina, L.V. Esaulova, E.Yu. Papulova, E.G. Savenko, S.V. Garkusha // *E3S Web of Conferences* 224, 04021 (2020). TPACEE-2020 <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202022404021>. 0.52.
20. Waghmode, B.D. Inheritance studies in red kernel rice (*Oryza sativa* L.) / B.D. Waghmode, G.R. Sabnis, V.C. Navhale, B.L. Thaware // *Electronic journal of plant breeding*. – 2017. – Vol. 8. – №. 2. – P. 521 – 527. <https://doi.org/10.5958/0975-928X.2017.00078.3>.

Наталья Георгиевна Туманьян

Заведующий лаборатории качества риса
E-mail: tngerag@yandex.ru

Natalia Georgievna Tumanyan

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

Жанна Михайловна Мухина

Главный научный сотрудник лаборатории биотехнологии и молекулярной биологии
E-mail: agroplazma@gmail.com

Zhanna Mikhailovna Mukhina

Chief Scientist of the laboratory of biotechnology and molecular biology.
E-mail: agroplazma@gmail.com

Татьяна Леонидовна Коротенко

Руководитель группы УНУ «Коллекция генетических ресурсов риса, овощных и бахчевых культур» отдела селекции
E-mail: Korotenko.tatyan@mail.ru

Tatiana Leonidovna Korotenko

Head of the USU group «Collection of genetic resources of rice, vegetables and melons» of the breeding department
E-mail: Korotenko.tatyan@mail.ru

Элина Юрьевна Папулова

Старший научный сотрудник лаборатории качества риса
E-mail: elya888.85@mail.ru

Elina Yuryevna Papulova

Senior scientist of laboratory of rice quality,
E-mail: elya888.85@mail.ru

Ирина Николаевна Чухирь

Руководитель группы исходного материала отдела селекции
E-mail: irina-chukhir@mail.ru

Irina Nikolaevna Chukhir

Head of the source material group of the selection department
E-mail: irina-chukhir@mail.ru

Все: ФГБНУ «ФНЦ риса»
350921, Россия, г. Краснодар,
пос. Белозерный, 3
E-mail: arri_kub@mail.ru

All: FSBSI Federal Scientific Rice Centre
3, Belozerniy, Krasnodar, 350921, Russia
E-mail: arri_kub@mail.ru

DOI 10.33775/1684-2464-2022-54-1-12-17

УДК: 332.334:911.5:633.18

Кумейко Т.Б., канд. с.-х. наук,
Чижикова С.С., канд. биол. наук
г. Краснодар, Россия

КАЧЕСТВО ЗЕРНА НОВЫХ РОССИЙСКИХ СОРТОВ РИСА, ВЫРАЩЕННЫХ В АБИНСКОМ РАЙОНЕ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ (ДОЛИННЫЙ АГРОЛАНДШАФТ) В 2018-2020 ГГ.

В статье представлены результаты изучения качества зерна новых сортов риса, выращенных в Абинском районе Краснодарского края в 2018 – 2020 гг. Целью исследований было изучить технологические признаки качества новых сортов риса селекции ФНЦ риса: Рапан, Рапан 2, Азовский, Ленарис, Сигнал, Патриот, Кураж, выращенных в 2018-2021 гг. в Абинском районе (Госсортоучасток «Абинский») Краснодарского края, оценить вариабельность показателей сортов и выделить лучшие для возделывания в долинной агроландшафтной зоне. Все признаки качества определяли гостированными методами. Для оценки стабильности изучаемых сортов и возможности прогнозирования качества урожая были рассчитаны средние значения и вариабельность признаков качества. У большинства сортов вариация признаков «масса 1000 а.с. зерен», «стекловидность» была слабой ($C_v \leq 10\%$), признаков «трещиноватость» и «содержание целого ядра в крупе» - сильной ($C_v \geq 20\%$). Лучшими сортами по качеству зерна на основании низкой изменчивости по признакам качества зерна были признаны сорта Кураж и Ленарис, которые могут быть использованы как исходный материал в селекции сортов с высоким качеством зерна для выращивания в различных погодно-климатических условиях.

Ключевые слова: рис, сорт, признаки качества, вариабельность, лучший сорт.

GRAIN QUALITY OF NEW RUSSIAN RICE VARIETIES GROWN IN ABINSKIY DISTRICT, KRASNODAR REGION (VALLEY AGROLANDSCAPE) IN 2018-2020

The article present results of studying grain quality of new rice varieties grown in Abinskiy district, Krasnodar region in 2018 – 2020. The purpose of research was to study technological quality traits of new rice varieties bred by Federal Scientific Rice Centre: Rapan, Rapan 2, Azovski, Lenaris, Signal, Patriot, Kurazh, grown in 2018-2021 in Abinskiy district (State variety test plot «Abinskiy»), Krasnodar region, to assess variability of varieties indicators and to select the best varieties for cultivation in valley agrolandscape zone. All quality traits were determined with GOST methods. Mean values and variability of quality traits were calculated to assess stability of varieties under study and possibility of predicting yield quality. In most varieties the variability of traits «mass of 1000 absolutely dry grains», «vitreousity» was slight ($C_v \leq 10\%$), that of traits «fracturing» and «head rice content» - strong ($C_v \geq 20\%$). Varieties Kurazh and Lenaris were considered as the best basing on low variability by grain quality traits, they can be used as initial material for breeding varieties with high grain quality for growing in various weather-climatic conditions.

Key words: rice, variety, quality traits, variability, best variety.

Введение

На Кубани в последние годы высокими темпами ведется сортосмена урожайными сортами риса с высоким качеством зерна. В Госреестре селекционных достижений, допущенных к использованию в производстве, 50 сортов риса, созданных в ФНЦ риса [5]. В Краснодарском крае производится более 80 % валового сбора риса в РФ. Важнейшее условие развития рисоводства – переход к адаптивно-ландшафтной системе земледелия, которая предусматривает внедрение ресурсосберегающих технологий, адаптированных к зональным почвенно-климатическим условиям Краснодарского края, и новых высокопродуктивных сортов риса, устойчивых к биотическим и абиотическим факторам. Способ повышения урожайности и качества зерна - приведение в соответствие испытываемых сортов широкому спектру агроклиматических условий возделывания, т.е. изучение реакции сорта

на изменение факторов окружающей среды [8, 17]. Неконтролируемые факторы среды, как показывают исследования адаптации сортов к условиям их возделывания, в большинстве случаев являются, при реализации потенциала их продуктивности, решающими [1]. По данным зарубежных исследователей, повышение качества и урожайности зерновых культур могут достигаться за счет новых высокопродуктивных и адаптивных сортов [10-16, 18]. Актуальность заключается в изучении изменчивости новых сортов селекции ФНЦ риса по технологическим признакам качества зерна, определяется возможность прогнозирования качества урожая для долинной агроландшафтной зоны и конкретного хозяйства края.

В Краснодарском крае в зоне рисосеяния выделено пять агроландшафтных районов, которые различаются по агроландшафтными условиями (внедельтовый, переходнодельтовый, долинный, младо-

дельтовый, и старodelьтовый). Практика рисоводства и проведенные ранее исследования показали, что сорта риса не одинаково реагируют на условия выращивания. Необходим подбор сортов для агроландшафтных зон с целью максимального использования агроклиматического потенциала. Адаптивное соответствие в системе «растение-среда» выступает в качестве рентообразующего фактора и отличается агроэкологический подход к районированию территории от всех типов сельскохозяйственного зонирования. Это, в свою очередь, предопределяет необходимость повышения роли новых сортов в конструировании агроландшафтов на основе сортового разнообразия [7]. Природно-климатические условия позволяют получать высокие урожаи риса. Рисовые оросительные системы Абинского района Краснодарского края расположены в третьем агроклиматическом районе. Агроландшафт относится к рисово-подсолнечниковым агроценозам. В геологическо-литологическом плане долинный агроландшафтный район сложен аллювиальными и аллювиально-лиманскими отложениями, перекрытыми суглинками и глинами. Характеризуется спектром почв: лугово-степные, аллювиальные луговые, луговые до болотных типов. Грунтовые воды на 35 % залегают на глубине до 1 м; 10 % - свыше 2 м; 95 % почвенного покрова засолено слабо; 5 % средне засолены. Почвенно-экологический фактор в районе отнесен ко второй категории [8].

Цель исследований

Изучить технологические признаки качества новых сортов риса селекции ФНЦ риса: Рапан, Рапан 2, Азовский, Ленарис, Сигнал, Патриот, Кураж, выращенных в 2018-2021 гг. в Абинском районе (Госсортоучасток «Абинский») Краснодарского края, оценить вариабельность показателей сортов и выделить лучшие для возделывания в долинной агроландшафтной зоне.

Материалы и методы

Материалом исследований служило зерно сортов риса Рапан, Рапан 2, Азовский, Сигнал, Патриот (короткозерные), Ленарис, Кураж (среднезерные), выращенных в 2018-2020 гг. в долинном агроландшафте в Абинском районе Краснодарского края. Отбор образцов проводили в фазу полной спелости (02.11.2018, 23.10.2019, 25.10.2020 гг.). Минеральные удобрения

вносили в подкормку - $N_{120}P_{90}K_{60}$. Агроклиматические условия Абинского района Краснодарского края: почвенный покров представлен лугово-черноземными, среднемощными тяжелосуглинистыми почвами; мощность гумусового горизонта - 75 см, содержание гумуса 5,08 %. Реакция почвенного раствора в пахотном горизонте нейтральная - pH 6,8-7,2. Доля поглощенного кальция 65-70 %, поглощенного магния - до 25 %. Содержание валового азота 0,22-0,26 %, общего фосфора 0,18-0,20 %. Содержание легкогидролизуемых соединений азота 8,7-10,3 мг/100 г, подвижных форм фосфора 9,3-12,2 мг/100 г, подвижных форм калия 43,2-45,8 мг/100 г почвы [9]. Стандартом служил сорт риса Рапан. Массу 1000 абсолютно сухих зерен определяли по ГОСТу 10842-89 [2], пленчатость - ГОСТу 10843-76 [3] (на шелушильной установке Satake), стекловидность по ГОСТу 10987-7 [4], трещиноватость на диафаноскопе ДСЗ - 3, выход крупы на установке ЛУР-1 М, отношение длины шелушеной зерновки к ширине (l/b) - с применением системы анализа изображений LA 2400 Win SEEDLE, (Канада) [2, 3, 4]. Статистическую обработку данных проводили с помощью программ Microsoft Excel [6].

Результаты и обсуждение

Одним из важнейших факторов, определяющих скорость роста, развития и продуктивность растений является температура окружающей среды. Поскольку биохимические реакции катализируются ферментами, которые становятся активными при определенной температуре, онтогенез растения происходит при индивидуальных для каждого сорта температурах. В зависимости от продолжительности вегетационного периода среднедекадная температура воздуха и сумма среднесуточных температур, необходимые для риса, являются факторами риска в формировании качества урожая зерна. Сумма среднесуточных температур для риса находится в пределах от 2000 до 3000°C, при переходе к всходам - 520°C, при наступлении фазы налива - 700°C. Изменение этих показателей в период вегетации может стать причиной резкого снижения качества зерна - повышенной трещиноватости и, как следствие этого, пониженного выхода готовой продукции высокого качества.

Периоды формирования урожая риса в 2018-2020 гг. по погодным условиям резко отличались друг от друга (табл. 1).

Таблица 1. Сумма эффективных температур (выше 10° С) и среднедекадная температура воздуха в июле-сентябре 2018-2020 гг., °С

Год	Декада, месяц	1	2	3	1	2	3	1	2	3
		июль			август			сентябрь		
		сумма эффективных температур								
Средняя многолетняя		687	819	971	1108	1235	1363	1456	1530	1586
2018		960	1121	1290	1455	1604	1781	1915	2013	2100
2019		949	1060	1215	1331	1499	1635	1755	1851	1901
2020		794	941	1105	1253	1381	1529	1664	1770	1872

Продолжение таблицы 1

	июль			август			сентябрь		
	среднедекадная температура воздуха								
Средняя многолетняя	22,5	23,2	23,8	23,7	22,7	21,6	19,3	17,4	15,6
2018	26,5	25,8	26,3	25,6	25,3	26,2	23,0	19,6	16,7
2019	24,1	21,0	23,7	21,7	24,1	25,1	22,0	19,4	14,2
2020	27,1	24,7	24,9	24,9	22,8	21,5	23,5	20,6	22,4

Сумма эффективных температур в 2018–2020 годах к концу периода налива зерна (третья декада августа) достигла значений 1781°C, 1635°C и 1529°C соответственно, что значительно выше среднемноголетних температур. Причем прирост суммы эффективных температур был значителен уже в июне и июле. Высоко информативным является показатель «среднедекадная температура воздуха». Значения признака в этот период были выше среднемноголетних (21,6°C) в 2018, 2019 годах и составляли 26,2°C и 25,1°C соответственно. В третьей декаде августа 2020 года среднедекадная температура воздуха существенно не отличалась от среднемноголетней и составляла 21,5°C. В начальный период созревания (первая декада ав-

густа) максимальная среднедекадная температура 25,6°C была в 2018 г., как и во вторую (25,3°C) и третью (26,2°C) декады месяца. Значения признака существенно не отличались от средней многолетней во второй (22,7°C) и третьей (21,6°C) декадах августа в 2020 году и составляли 22,8°C и 21,5°C соответственно.

В результате оценки сортов риса по технологическим признакам качества, выявили, что большая их часть относится к сортам средней крупности, у которых масса 1000 а. с. зерен находится в пределах от 20,6 (сорт Азовский, 2018 г.) до 27,3 г (сорт Патриот, 2020 г.). Исключение составил крупнозерный сорт Ленарис с массой 1000 а. с. зерен 29,2 и 30,1 г. в 2019 и 2020 гг. соответственно (табл. 2).

Таблица 2. Признаки качества сортов риса, выращенных в Абинском районе, урожай 2018–2020 гг.

Сорт	Год	Масса 1000 а.с.з., г	Пленчатость, %	Стекловид- ность, %	Трешинова- тость, %	Отношение длины зерновки к ширине (l/b)	Выход крупы	
							Общий выход крупы, %	Содержание целого ядра в крупке, %
Рапан, st	2018	22,4	19,5	91	44	2,1	71,4	64,1
	2019	25,6	19,2	92	15	2,0	69,4	89,0
	2020	24,8	17,9	80	14	2,0	69,1	58,9
Рапан 2	2018	22,4	18,5	91	38	2,0	72,9	65,1
	2019	25,6	19,3	91	17	2,0	69,0	87,8
	2020	24,7	18,0	81	13	2,0	69,2	77,8
Азовский	2018	20,6	20,7	74	24	2,0	71,5	74,0
	2019	23,3	20,8	83	12	2,0	68,0	88,9
	2020	22,8	18,2	63	19	2,0	67,8	68,8
Ленарис	2018	-	-	-	-	-	-	-
	2019	30,1	19,3	84	30	2,3	67,3	69,6
	2020	29,2	18,2	72	26	2,3	67,0	64,0
Сигнал	2018	-	-	-	-	-	-	-
	2019	26,0	18,9	90	12	2,0	69,4	90,1
	2020	24,9	18,4	72	20	2,0	68,8	75,8
Патриот	2018	26,0	19,4	81	23	1,8	69,2	66,6
	2019	26,0	17,6	83	25	1,9	70,4	84,5
	2020	27,3	17,0	64	13	1,8	70,0	71,0
Кураж	2018	24,0	18,1	94	8	3,0	83,4	79,3
	2019	24,3	16,2	91	5	3,0	66,4	87,0
	2020	25,0	16,5	88	8	2,8	64,8	81,1
НСП ₀₅		0,3	0,2	1,0	1,0	0,2	0,2	0,5

Масса 1000 а. с. зерен была наибольшей в 2019 году и составляла 25,6 г у сортов Рапан и Рапан 2, 23,3 г у сорта Азовский, 26,0 г у сорта Сигнал. У сортов Патриот и Кураж максимальное значение признака было в 2020 году: 27,3 и 25,0 г по сортам соответственно. Наименьшие значения признака у большинства сортов отмечены в 2018 году.

Пленчатость у изучаемых сортов не изменялась, а находилась в пределах от 16,2 (сорт Кураж, 2019 г.) до 20,8 % (сорт Азовский, 2019 г.). Наибольшие значения признака отмечены в 2018 году у сортов Рапан (19,5 %), Патриот (19,4 %), Кураж (18,1 %); в 2019 году у сортов Рапан 2 (19,3 %), Азовский (20,8 %), Ленарис (19,3 %), Сигнал (18,9 %). Наименьшая пленчатость была в 2020 году, исключение сорт Кураж, у которого минимальные значения признака были в 2019 году.

Стекловидность зерна изучаемых сортов находилась в диапазоне от 63 % (сорт Азовский, 2020 г.) до 94 % (сорт Кураж, 2018 г.). Наибольшие значения признака отмечены в 2019 году и составляли 92 % у сорта Рапан, 91 % у сорта Рапан 2, 83 % у сортов Азовский и Патриот, 84 % у сорта Ленарис, 90 % у сорта Сигнал. У сорта Кураж наибольшая стекловидность отмечена в 2018 году (94 %). Минимальные значения признака у всех изучаемых сортов были в 2020 году.

Трещиноватость находилась в пределах от 5 (Кураж, 2019 г.) до 44 % (Рапан, 2018 г.). Наибольшие значения признака отмечены в 2018 году у сортов Рапан (44 %), Рапан 2 (38 %), Азовский (24 %); в 2019 году – у сорта Патриот (25 %). У сорта Кураж

трещиноватость в 2018 и 2020 гг. не различалась и составляла 8 %. Трещиноватость была наименьшей в 2020 году у сортов Рапан (14 %), Рапан 2 (13 %), Патриот (13%); в 2019 году у сортов Азовский (12 %) и Кураж (5 %).

Общий выход крупы варьировал от 64,8 % (сорт Кураж, 2020 г.) до 83,4 % (сорт Кураж, 2018 г.). Наибольшие значения признака отмечены в 2018 году у сортов Рапан (71,4 %), Рапан 2 (72,9 %), Азовский (71,5 %), Кураж (83,4 %); в 2019 году – у сортов Ленарис (67,3 %), Сигнал (69,4 %), Патриот (70,4 %). У большинства изучаемых сортов наименьший выход крупы отмечен в 2020 году и составлял 69,1 % у сорта Рапан, 67,8 % у сорта Азовский, 67,0 % у сорта Ленарис, 68,8 % у сорта Сигнал, 64,8 % у сорта Кураж. Исключением были сорта Рапан 2 и Патриот, у которых минимальные значения признака отметили в 2019 и 2020 году соответственно.

Содержание целого ядра в крупе риса за годы исследований находилось в пределах от 58,9 % (сорт Рапан, 2020 г.) до 90,1 % (сорт Сигнал, 2019 г.). Наибольшие значения признака у всех изучаемых сортов отмечены в 2019 году. Трещиноватость в этом году была наименьшей, а стекловидность высокой.

Для оценки стабильности изучаемых сортов и возможности прогнозирования качества урожая были рассчитаны средние значения и вариабельность признаков качества (табл. 3). Вариация признака является слабой, если коэффициент вариации меньше либо равен 10 %, средней — 20 %, сильной — больше либо равен 20 %.

Таблица 3. Средние значения и вариабельность технологических признаков качества зерна новых сортов риса селекции ФНЦ риса, урожай 2018–2020 гг.

Сорт	Масса 1000 а.с. зерен, г		Стекловидность, %		Трещиноватость, %		Содержание целого ядра в крупе риса, %	
	CV, %	Ср, г	CV, %	Ср, г	CV, %	Ср, г	CV, %	Ср, г
Рапан	6,86	24,3	7,60	87,7	70,02	24,3	22,77	70,7
Рапан 2	6,81	24,2	6,59	87,7	59,24	22,7	14,79	76,9
Азовский	6,46	22,2	13,70	73,3	32,88	18,3	13,51	77,2
Ленарис	2,20	29,6	10,88	78,0	10,10	28,0	5,93	66,8
Сигнал	3,06	25,4	15,71	81,0	35,36	16,0	12,19	82,9
Патриот	2,84	26,4	13,70	76,0	31,62	20,3	12,60	74,0
Кураж	2,10	24,4	3,30	91,0	24,74	7,0	4,88	82,5

Примечание: Cv — коэффициент вариации, Ср — средняя арифметическая

Коэффициент вариации признака изменялся по признаку «масса 1000 а. с. зерен» в пределах от 2,10 (сорт Кураж) до 6,86 % (сорт Рапан), «стекло-видность» от 3,30 (сорт Кураж) до 15,71 % (сорт Сигнал), «трещиноватость» от 10,10 (сорт Ленарис) до 70,02 % (сорт Рапан), по признаку «содержание целого ядра» от 4,88 (сорт Кураж) до 22,77 % (сорт Рапан). Таким образом, у большинства сортов вариация признаков «масса 1000 а.с. зерен», «стекло-видность» была слабой ($Cv \leq 10\%$), признаков «тре-щиноватость» и «содержание целого ядра в крупе» —

сильной ($Cv \geq 20\%$). Изучаемые сорта были распределены в ряду по уровню изменчивости от низкой к высокой: по признаку «масса 1000 а. с. зерен» — сорта Кураж, Ленарис, Патриот, Сигнал, Азовский, Рапан 2, Рапан; по признаку «стекло-видность» — сорта Кураж, Рапан 2, Рапан, Ленарис, Азовский и Патриот, Сигнал; по признаку «трещиноватость» — сорта Ленарис, Кураж, Патриот, Азовский, Сигнал, Рапан 2, Рапан; по признаку «содержание целого ядра в крупе» — сорта Кураж, Ленарис, Сигнал, Патриот, Азовский, Рапан 2, Рапан.

Выводы

Лучшими сортами на основании низкой изменчивости по признакам качества зерна в 2018-2020 гг. были признаны сорта Кураж и Ленарис, на основании абсолютных значений признаков

зерна – Кураж и Сигнал, которые могут быть использованы как исходный материал в селекции сортов с высоким качеством зерна для выращивания в различных погодно-климатических условиях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бурдун, А.М. Типы экологической адаптивности сортов растений / А.М. Бурдун, Л.М. Лопатина, Г.Г. Мохаммад // Труды Куб. СХИ. – 1993. – Вып. III. – С. 7-15.
2. ГОСТ 10842-89. Зерно зерновых и бобовых культур и семена масличных культур. Метод определения массы 1000 зерен и 1000 семян; введ. 1999-07-01. – Москва: Межгос. Совет по стандартизации, метрологии и сертификации; Москва: Изд-во стандартов, - Зерно. Методы анализа, 2009. – 7 с.
3. ГОСТ 10843-76. Метод определения пленчатости; введ. 1976-07-01. – Москва: Межгос. Совет по стандартизации, метрологии и сертификации; Москва: Изд-во стандартов, 2009. – 11 с.
4. ГОСТ 10987-76. Метод определения стекловидности; введ. 1977-06-01. – Москва: Межгос. Совет по стандартизации, метрологии и сертификации; Москва: Изд-во стандартов, 2009. – 53 с.
5. Государственный Госсреестр селекционных достижений, допущенных к использованию. - Том. Сорта растений; Культура: Рис, 2021.
6. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. - 351 с.
7. Жученко, А.А. Адаптивная система селекции растений (эколого-генетические основы): Монография. В двух томах. – М.: РУДН, 2001. - Том I. – 780 с.
8. Система рисоводства Краснодарского края / под общ. ред. Е.М. Харитонов. – Краснодар: ВНИИ риса, 2011. – 316 с.
9. Туманьян, Н.Г. Проблема повреждения зерен риса в полевых условиях Краснодарского края в 2016, 2017 гг. / Н.Г. Туманьян, Т.Б. Кумейко, К.К. Ольховая / 111 Международная научно-практическая Интернет-конференция «Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования». – с. Соленое Займище. – 2018. – С. 865-868.
10. Allard, R.W. Implications of genotype peenvironmental intecactions in applied plant breeding / R.W. Allard, A.D. Bradshaw // Crop. Sci. – 1964. – Vol. 4. - P. 503-508.
11. Basford, K.E. Genotype x environment interactions and some considerations of their implications for wheat breedind in Australia / K.E. Basford, M. Cooper // Aust. J Agric. Res. – 1998 – Vol. 49, № 1 - P. 153-154.
12. Bolich, C.N. The relationship of plant type and yield in rice / C.N. Bolich, J.S. Scott // Rice technical Working Group. College Station. - Arkansas - 1974. – P. 24.
13. Cecarelli, S. Breeding for yield stability in unpredictable environments: single traits, interaction between traits, and architecture of genotypes / S. Cecarelli, J.H. Avededo // Euphutica. – 1991. - № 56. – P. 35-41.
14. Janaiah, Aldas Productivity impact of the modern varieties of rice in India / Aldas Janaiah // The Developing Economies. -2006. - Vol. 44. - Is. 2. - P. 190-207.
15. Huhn, M. Contributions to the analysis of genotype x environment interactions for the stratification of fild test sites / M. Huhn, B. Truberg // J. of Agronomy Crop Science. – 2002.- Vol. 188. - № 2. – P. 65-72.
16. Moll, R.H. Quantitative genetics – Empirical results relevant to plant breeding / R.H. Moll, C.W. Suber / Advances in Agronomy. – 1974. - Vol. 26. – P. 277-313.
17. Mukamuhirwa, A. Quality and Grain Yield Attributes of Rwandan Rice (*Oryza sativa* L.) Cultivars Grown in a Biotron Applying Two NPK Levels / Alphonsine Mukamuhirwa, Helena Persson Hovmalm, Rodomiro Ortiz, Obedi Nyamangyoku and Eva Johansson // Research Article. – 2018. <https://doi.org/10.1155/2018/5134569>
18. Sharma, Neerja Rice Grain Quality: Current Developments and Future Prospects / Neerja Sharma, Renu Khanna // In book: Recent Advances in Grain Crops Research, 2020, DOI:10.5772/intechopen.89367

REFERENCES

1. Burdun, A.M. Types of ecological adaptability of plant varieties / A.M. Burdun, L.M. Lopatina, G.G. Mohammad // Proceedings of the Cube. SCI. - 1993. - Issue III. - P. 7-15.
2. GOST 10842-89. Grain of cereals and legumes and seeds of oilseeds. Method for determining the mass of 1000 grains and 1000 seeds; introduction. 1999-07-01. - Moscow: Mezghos. Council for Standardization, Metrology and Certification; Moscow: Publishing House of Standards, - Grain. Methods of analysis, 2009. - 7 p.
3. GOST 10843-76. Method of determination of filminess; introduction. 1976-07-01. - Moscow: Mezghos. Council for Standardization, Metrology and Certification; Moscow: Publishing House of Standards, 2009. - 11 p.
4. GOST 10987-76. Method of determination of vitreous; introduction. 1977-06-01. - Moscow: Mezghos. Council for Standardization, Metrology and Certification; Moscow: Publishing House of Standards, 2009. - 53 p.
5. State State Register of breeding achievements approved for use. - Tom. Plant varieties; Culture: Rice, 2021.
6. Dospekhov, B.A. Methodology of field experience / B.A. Dospekhov. - M.: Agropromizdat, 1985. - 351 p.
7. Zhuchenko, A.A. Adaptive plant breeding system (ecological and genetic foundations): Monograph. In two volumes. - Moscow: RUDN, 2001. - Volume I. - 780 p.
8. The system of rice growing in Krasnodar Krai / under the general ed. of E.M. Kharitonov. - Krasnodar: The Rice Research Institute, 2011. - 316 p.
9. Tumanyan, N.G. The problem of damage to rice grains in the field conditions of the Krasnodar Territory in 2016, 2017 / N.G. Tumanyan, T.B. Kumeiko, K.K. Olkhovaya / 111 International scientific and practical Internet conference "Modern ecological state of the natural environment and scientific and practical aspects of rational nature management". - S. Salty Zaymishche. - 2018. - P. 865-868.

10. Allard, R.W. Implications of genotype peenvironmental intecactions in applied plant breeding / R.W. Allard, A.D. Bradshaw // Crop. Sci. – 1964. – Vol. 4. – p. 503-508.
11. Basford, K.E. Genotype x environment interactions and some considerations of their implications for wheat breeding in Australia / K.E. Basford, M. Cooper // Aust. J Agric. Res. – 1998 – Vol. 49, № 1 - P. 153-154.
12. Bolich, C.N. The relationship of plant type and yield in rice / C.N. Bolich, J.S. Scott // Rice technical Working Group. College Station. - Arkansas - 1974. – P. 24.
13. Cecarelli, S. Breeding for yield stability in unpredictable environments: single traits, interaction between traits, and architecture of genotypes / S. Cecarelli, J.H. Avecedo // Euphutica. – 1991. - № 56. – P. 35-41.
14. Janaiah, Aldas Productivity impact of the modern varieties of rice in India / Aldas Janaiah // The Developing Economies. -2006. - Vol. 44. - Is. 2. - P. 190–207.
15. Huhn, M. Contributions to the analysis of genotype x environment interactions for the stratification of fild test sites / M. Huhn, B. Truberg // J. of Agronomy Crop Science. – 2002.- Vol. 188. - № 2. – P. 65-72.
16. Moll, R.H. Quantitative genetics – Empirical results relevant to plant breeding / R.H. Moll, C.W. Suber / Advances in Agronomy. – 1974. - Vol. 26. – P. 277-313.
17. Mukamuhirwa, A. Quality and Grain Yield Attributes of Rwandan Rice (*Oryza sativa* L.) Cultivars Grown in a Biotron Applying Two NPK Levels / Alphonsine Mukamuhirwa, Helena Persson Hovmalm, Rodomiro Ortiz, Obedi Nyamangyoku and Eva Johansson // Research Article. – 2018, <https://doi.org/10.1155/2018/5134569>
18. Sharma, Neerja Rice Grain Quality: Current Developments and Future Prospects / Neerja Sharma, Renu Khanna // In book: Recent Advances in Grain Crops Research, 2020, DOI:10.5772/intechopen.89367

Татьяна Борисовна Кумейко

Старший научный сотрудник
лаборатории качества риса
E-mail: tatkumeyko@yandex.ru

Tatiana Borisovna Kumeyko

Senior researcher at the rice quality laboratory
E-mail: tatkumeyko@yandex.ru

Светлана Сергеевна Чижикина

Старший научный сотрудник
лаборатории качества риса
E-mail: kvetochka2005@yandex.ru

Svetlana Sergeevna Chizhikova

Senior researcher at the rice quality laboratory
E-mail: kvetochka2005@yandex.ru

Все: ФГБНУ «ФНЦ риса»
350291, г. Краснодар, пос. Белозерный, 3

All: FGBNU “FNC rice”
3, Belozerny, Krasnodar, 350291, Russia

DOI 10.33775/1684-2464-2022-54-1-18-25
УДК 633.18:681.518

Скаженник М.А., д-р биол. наук,
Ковалев В.С., д-р с.-х. наук, проф.,
Л.В. Есаулова, к.б. наук,
Чижигов В.Н., канд. с.-х. наук,
Оглы А.М.,
Пшеницына Т.С.,
Григорьев А.О.
г. Краснодар, Россия

ИССЛЕДОВАНИЕ АГРОЦЕНОЗОВ СОРТОВ РИСА С РАЗНОЙ КРУПНОСТЬЮ ЗЕРНА

Для получения высококачественного зерна риса необходимо использовать соответствующую стратегию в технологии выращивания на полях. Для этого требуется проводить мониторинг за состоянием посевов риса, чтобы рисоводы могли принять решение о правильном режиме азотного питания в период формирования урожая. Целью исследования явилось изучение формирования посевов крупнозерного сорта риса в сравнении со среднезерным на трех уровнях минерального питания. Изучали крупнозерный сорт Фаворит и среднезерный сорт Каурис при густоте всходов – 300 шт./м². За вегетационный период рассчитывали интенсивность образования всей биомассы и индекс листовой поверхности (ИЛП). Вегетационный индекс NDVI анализировали спектрометром GreenSeeker Handheld Crop Sensor. Экспресс-контроль обеспеченности растений риса азотом определяли прибором N-tester. Верификация оптико-биологических свойств растений проводилась на тестовом полигоне «ФНЦ риса» для оптимизации продукционного процесса риса с помощью БПЛА с мультиспектральной камерой. Определены малые сортовые различия в интенсивности образования надземной массы растений и разная редукция побегов, что повлияло на густоту стеблестоя. Проведены исследования по изучению оптических свойств ценозов сортов и их связи с морфобиологическими признаками растений и урожайностью. Показано, что величина вегетационного индекса (NDVI) имеет положительную связь с признаками фотосинтетической деятельности растений и их азотным статусом. Получены уравнения линейной регрессии, позволяющие оценить степень связи урожайности с вегетационным индексом NDVI. Установленные связи позволят с большей достоверностью получать информацию о физиологическом состоянии и продукционном процессе посевов риса, используя для этого данные дистанционного зондирования.

Ключевые слова: рис, надземная масса, индекс листовой поверхности, геоинформационный мониторинг, вегетационный индекс, беспилотный летательный аппарат, урожайность

STUDY OF AGROCOENOSIS OF RICE VARIETIES WITH DIFFERENT GRAIN SIZES THEIR STATE

In order to obtain high-quality rice grain, it is necessary to use an appropriate strategy in cultivation technology in the fields. This requires, first of all, monitoring the state of rice crops so that rice growers can decide on the correct nitrogen nutrition regime during the formation of the crop. The purpose of the study was to study the formation of crops of large-grain rice varieties in comparison with medium-grain rice varieties at three levels of mineral nutrition. The coarse-grain variety Favorit and the medium-grain variety Kauris were studied at a seedling density of 300 pcs/m². During the growing season, the intensity of formation of the entire biomass and the leaf area index (ILI) were calculated. Vegetation index NDVI was analyzed with a GreenSeeker Handheld Crop Sensor spectrometer. Express control of the supply of rice plants with nitrogen was determined using the N-tester. Verification of the optical and biological properties of plants was carried out at the test site of the Federal Research Center for Rice to optimize the production process of rice using an UAV with a multispectral camera. Small varietal differences in the intensity of the formation of the above-ground mass of plants and different reduction of shoots were determined, which affected the density of the stem. Studies have been carried out to study the optical properties of cenoses of varieties and their relationship with the morphophysiological characteristics of plants and productivity. It is shown that the value of the vegetation index (NDVI) has a positive relationship with the signs of photosynthetic activity of plants and their nitrogen status. Linear regression equations have been obtained, which allow estimating the degree of correlation between yield and vegetative index NDVI. The established connections will make it possible to obtain more reliable information about the physiological state and production process of rice crops, using remote sensing data for this.

Key words: rice, aboveground mass, leaf area index, geoinformation monitoring, geoinformation monitoring, vegetation index, unmanned aerial vehicle, yield

Введение

Технологии дистанционного зондирования предлагают альтернативу для получения точных рекомендаций по применению азотных удобрений на рисовых полях посредством дистанционной оценки азотного статуса растений в течение вегетационного периода наряду с прогнозами урожайности. В сочетании с быстро развивающейся технологией платформа беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) в настоящее время предлагает эффективные решения для различных аспектов мониторинга урожая [6, 8, 11, 22]. Компактные и легкие мультиспектральные датчики на борту БПЛА кажутся сегодня наиболее реальным подходом к точному земледелию при выращивании риса. Однако, опубликовано очень мало исследований, в которых используются такие системы для оценки агрономических характеристик растений риса. Первоначально для оценки N-статуса рисовых растений использовались обычные RGB-камеры, но эти камеры сложно откалибровать для различных условий освещения и они не включают канал ближнего инфракрасного излучения (NIR), который требуется для расчета большинства вегетационных индексов [12, 18]. Сообщалось о хорошей корреляции вегетационных индексов, рассчитанных с помощью мультиспектральных датчиков (канал RGB плюс NIR), и измерений с помощью измерителей хлорофилла (измеритель SPAD) [16, 17]. Однако оценить содержание азота в листе по показаниям SPAD непросто, поскольку наблюдалась значительная вариабельность между значениями SPAD и содержанием хлорофилла и азота в листе [4, 9, 13, 18, 21, 23]. Использовали 5-полосный мультиспектральный датчик на борту БПЛА для оценки индекса листовой поверхности ИЛП и содержания азота в растениях риса с помощью простой линейной регрессии [13]. Предполагают, что для повышения точности моделирования необходимо одновременно учитывать несколько переменных дистанционного зондирования.

Ключевым фактором увеличения урожайности будет эффективное и действенное использование азотных удобрений, которых в почвах рисовых систем относительно мало из-за быстрых потерь азота вследствие улетучивания и денитрификации [15]. Внедрение методов точного земледелия для оптимизации азотного питания растений имеет потенциал для повышения агрономической и экологической эффективности использования таких ресурсов [5, 10]. В этом исследовании проведена оценка оптико-биологических характеристик крупнозерного сорта риса Фаворит и среднезерного Каурис, как в модельных, так и полевых опытах

в течение 2020-2021 гг., полученных с помощью БПЛА.

Цель исследований

Изучить формирование посевов сортов риса и провести геоинформационный мониторинг их состояния.

Материалы и методы

Вегетационно-микрополевые опыты проводились в бетонных резервуарах площадью 3,6 м², заполненных лугово-черноземной почвой, взятой с рисовых чеков при разном уровне минерального питания: 1 контроль (без удобрений); 1 - N₁₂P₆K₆ (средний фон); 2 - N₂₄P₁₂K₁₂ (оптимальный фон); 3 -N₃₆P₁₈K₁₈ (высокий фон) г д. в. на м² [2]. Исследовали сорта: Фаворит и Каурис при густоте всходов – 300 шт./м². В течение вегетационного периода выполнялись следующие измерения: сухой и сырой надземной массы посевов, индекс листовой поверхности (ИЛП) и одновременно отбирали образцы надземных органов растений с целью определения в них общего азота на анализаторе азота UDK 127. **Определение индекса NDVI проводилось спектрометром GreenSeeker Handheld Crop Sensor.** Экспресс-контроль обеспеченности растений риса азотом определяли прибором N-tester. Верификация оптико-биологических свойств растений **в фазу кущения** на разных фонах азотного питания N₁₁₅ и N₁₆₁ кг д. в. га проходила на тестовом полигоне «ФНЦ риса» с помощью БПЛА с мультиспектральной камерой. Площадь делянки 10 м². Съемка выполнялась квадрокоптером с установленной фиксированном подвесе мультиспектральной камерой MicaSense RedEdge-M. Автономный полет БПЛА осуществлялся на высоте около 300 м, что связано с оптимальным временем облета исследуемых участков. Обработка данных съемки осуществлялась в программном комплексе Agisoft Photoscan.

Результаты и обсуждение

Интегральным показателем фотосинтетической деятельности посевов исследуемых сортов риса является величина их надземной биомассы на единице площади, представленная в таблице 1.

Повышенная интенсивность её образования наблюдается в фазы выхода в трубку, цветения, формирования и налива зерновок и в значительной степени зависит от фона минерального питания, определяющего густоту стеблестоя и надземную фитомассу посева.

На среднем фоне минерального питания (N₁₂P₆K₆) надземная масса у всех сортов была значительно меньше, чем на оптимальном и высоком фонах удобрений (N₂₄P₁₂K₁₂ и N₃₆P₁₈K₁₈). Сортные различия по её величине на 1 м² на одном фоне питания были в пределах ошибки опыта.

Таблица 1. Накопление надземной фитомассы посевов сортов риса на разных фонах минерального питания (густота всходов 300 шт./м²)

Сорт	Фон удобрений	Надземная фитомасса посева				
		8 листьев		цветение		полная спелость, г/м ²
		г/м ²	% от полной спелости	г/м ²	% от полной спелости	
Фаворит	Контроль	228	25,0	669	73,4	912
	N ₁₂ P ₆ K ₆	462	33,6	918	66,7	1377
	N ₂₄ P ₁₂ K ₁₂	540	27,1	1491	75,0	1989
	N ₃₆ P ₁₈ K ₁₈	591	26,8	1806	81,9	2205
Каурис	Контроль	171	24,4	573	81,6	702
	N ₁₂ P ₆ K ₆	462	32,0	1179	81,5	1446
	N ₂₄ P ₁₂ K ₁₂	531	35,2	1407	82,3	1709
	N ₃₆ P ₁₈ K ₁₈	678	30,3	1845	82,4	2238
HCP ₀₅ вар.		16,6	-	33,3	-	52,3

Одним из важных элементов урожая сортов риса является густота продуктивного стеблестоя посева, которая в значительной степени зависит от величины кущения, определяемого в основном дозами внесения минеральных удобрений и степенью выживаемо-

сти боковых побегов. Значительное влияние на эти процессы оказывает тип сорта, что видно из данных, приведенных в таблице 2. У сорта Каурис доля выживших боковых побегов на недостаточном фоне питания выше, а на оптимальном ниже, чем у Фаворита.

Таблица 2. Формирование продуктивного стеблестоя сортов риса на разных фонах минерального питания (густота всходов 300 шт./м²)

Сорт	Фон удобрений	Коэффициенты кущения		Доля (%) выживших боковых побегов	Густота продуктивного стеблестоя, шт./м ²
		общего	продуктивного		
Фаворит	N ₁₂ P ₆ K ₆	2,2	1,2	16,7	360
	N ₂₄ P ₁₂ K ₁₂	3,1	2,0	47,6	600
	N ₃₆ P ₁₈ K ₁₈	3,4	2,2	50,0	660
Каурис	N ₁₂ P ₆ K ₆	2,4	1,4	28,6	420
	N ₂₄ P ₁₂ K ₁₂	3,1	1,6	28,6	480
	N ₃₆ P ₁₈ K ₁₈	3,4	2,2	50,0	660
HCP ₀₅ вар.		0,16	0,15	-	16,8

Разная интенсивность процессов кущения и редукции боковых побегов у сортов оказывает влияние не только на густоту продуктивного стеблестоя, но и на продуктивность отдельных побегов, а отсюда и на урожайность генотипов и устойчивость их к полеганию.

Поэтому параметры образования и редукции боковых побегов должны учитываться при оценке генотипов на продуктивность.

Формирование высокой урожайности риса, реализация потенциальной продуктивности сортов в значительной степени зависит от оптимальной обеспеченности растений в онтогенезе элементами минерального питания. При решении этого вопроса необходимо учитывать режим орошения риса, оказывающий большое влияние на повышение растворимости, подвижности и доступности для растений риса питательных соединений в почве, в которой минерализация органического вещества продолжается до образования аммонийного азота, хорошо закрепляющегося в ней и являюще-

гося лучшей формой этого элемента для питания риса.

Почвы рисовых полей Кубани богаты природными запасами фосфора и калия и в условиях затопления их водой в результате развития восстановительных процессов доступность их растениям риса значительно повышается. Рис поглощает эти элементы избирательно в соответствии с темпами образования органического вещества. С учетом содержания и превращения элементов питания в почвах рисовых полей, характера и уровня их поглощения растениями риса и необходимо их вносить под его посевы [1].

Для оценки степени развития посевов, обычно используют их вегетационные индексы [3]. Наряду с площадью ассимиляционной поверхности и содержанием хлорофилла в растениях, вегетационный индекс является оптико-биологической характеристикой. В связи с этим встает необходимость, используя данные дистанционного зондирования, выявить механизмы и взаимосвязи этих признаков, что позволит с большей достоверностью по-

лучить информацию о физиологическом состоянии и продукционном процессе сельскохозяйственных культур.

Фаза кущения у среднеспелых сортов риса начинается, когда у растений сформировались три настоящих листа с почками в их пазухах. Однако почка в пазухе первого листа обычно не развивается. Боковой побег, образованный из пазухи второго листа материнского побега, обычно превращается в плодоносящий. Он благодаря мощному притоку пластических веществ из главного побега быстро формирует свою ассимиляционную поверхность и становится конкурентоспособным в борьбе за свет и элементы минерального питания и в дальнейшем мало отстает в развитии от материнского побега. Однако у сильно кустящихся сортов, особенно в разреженных посевах и при хорошем обеспечении их азотом, образуются боковые побеги из пазух третьего - пятого листьев материнского побега. Наши наблюдения за динамикой кущения растений риса показали, что этот процесс заканчивается

при образовании у них шестого листа, а редукция части боковых побегов начинается при наступлении фазы выхода в трубку с образованием у растений восьмого листа и наиболее интенсивно она проходит в первую половину этой фазы. Величина кущения растений оказывает значительное влияние на формирование массы плодоносящих побегов. Соответствующие данные анализов по двум сортам риса представлены в таблице 3.

На высоком фоне минерального питания самая высокая интенсивность образования надземной фитомассы наблюдается у сорта Каурис, несколько отличающегося по величине ИЛП посевов от сорта Фаворит. Это указывает на то, что в основе высоких темпов образования надземной массы у данного сорта лежит более выгодное расположение листьев в пространстве, занимаемого посевом, а также повышенная интенсивность фотосинтеза. Установлена положительная связь между величиной фитомассы в период кущения и вегетационным индексом ($r = 0,90 \pm 0,18$).

Таблица 3. Оптические характеристики в фазу кущения и продуктивность посевов риса в зависимости от фона минерального питания

Фон удобрений	N-тестер, ед.	NDVI, ед.	Нобщ., %	Надземная масса, г/м ²	ИЛП, м ² /м ²	Урожайность, кг/м ²
Фаворит						
Контроль	223	0,26	1,40	89	1,42	0,492
N ₁₂ P ₆ K ₆	413	0,76	3,14	171	2,47	0,689
N ₂₄ P ₁₂ K ₁₂	496	0,81	4,64	184	2,80	0,918
N ₃₆ P ₁₈ K ₁₈	537	0,82	4,76	206	3,09	0,963
Каурис						
Контроль	180	0,24	1,96	69	1,14	0,528
N ₁₂ P ₆ K ₆	421	0,66	3,72	144	2,05	0,823
N ₂₄ P ₁₂ K ₁₂	482	0,73	4,45	162	2,89	0,959
N ₃₆ P ₁₈ K ₁₈	560	0,76	4,79	242	4,34	1,062
НСП ₀₅ вар.	8,3	0,02	0,08	10,3	0,07	0,05
N-тестер коррелирует		0,96±0,12	0,97±0,10	0,96±0,11	0,91±0,17	0,96±0,12
NDVI коррелирует		-	0,95±0,07	0,90±0,18	0,80±0,24	0,86±0,21

На внесение возрастающих доз удобрений посевы риса отзываются, прежде всего, ростом листовой поверхности, обусловленным увеличением размеров листьев у побегов и их числа на единице площади в результате кущения растений. Оптимальный уровень азотного питания растений увеличивает содержание хлорофилла в листьях и одновременно повышает и величину ИЛП. В нашем опыте ценозы не достигли оптимальной величины ИЛП из-за возраста растений (6 листьев), но ИЛП имеет тесную связь с вегетационным индексом.

Одним из важных жизнеобеспечивающих факторов внешней среды для сортов риса является оптимальное обеспечение их посевов азотом в

онтогенезе, о котором можно судить по содержанию этого элемента в надземной массе (табл. 3). На фоне N₂₄P₁₂K₁₂ концентрация азота в растениях была в пределах оптимума [1]. Полученные данные по содержанию азота согласуются с показаниями N-тестера, определяющего интенсивность окраски листьев в период вегетации растений, и его данные тесно связаны с величинами ИЛП и фитомассой.

Значения вегетационного индекса в фазу кущения, полученные с помощью спектрометра GreenSeeker варьировали от 0,24 до 0,82 единиц в зависимости от фона минерального питания и имели положительную связь с признаками фотосинтетической деятельности растений и их азот-

ным статусом. Получены два уравнения линейной регрессии, позволяющее оценить степень связи урожайности с вегетационным индексом NDVI (табл. 4).

Таблица 4. Уравнения зависимости урожайности сортов риса от NDVI

Сорт	Уравнение	Уровень значимости коэффициента 1	Уровень значимости коэффициента 2	R ²	p-value
Фаворит	$Prod = 0,7164NDVI + 0,2909$	0,115	0,261	0,7831	0,1151
Каурис	$Prod = 0,924NDVI + 0,2909$	0,035	0,122	0,9313	0,03496

Примечание: Prod – урожайность сортов риса; NDVI – значение вегетационного индекса

Оптимальная величина вегетационного индекса находится в диапазоне 0,73-0,81 единиц и соответствует содержанию азота в надземной массе в пределах 4,45-4,64 %. Эти величины NDVI и содержание азота следует считать оптимальными для фазы кущения риса, когда развиваются боковые продуктивные побеги, и использовать их в растительной диагностике азотного питания растений сортов с

разной крупностью зерна в начале их кущения.

Кроме того, проверка оптических и биологических свойств растений проводилась на полигоне «ФНЦ риса» с целью оптимизации производственного процесса риса (с помощью БПЛА с мультиспектральной камерой). Распределение нормированного относительного вегетационного индекса NDVI в полевом эксперименте на поле № 9 показано на рисунке 1.

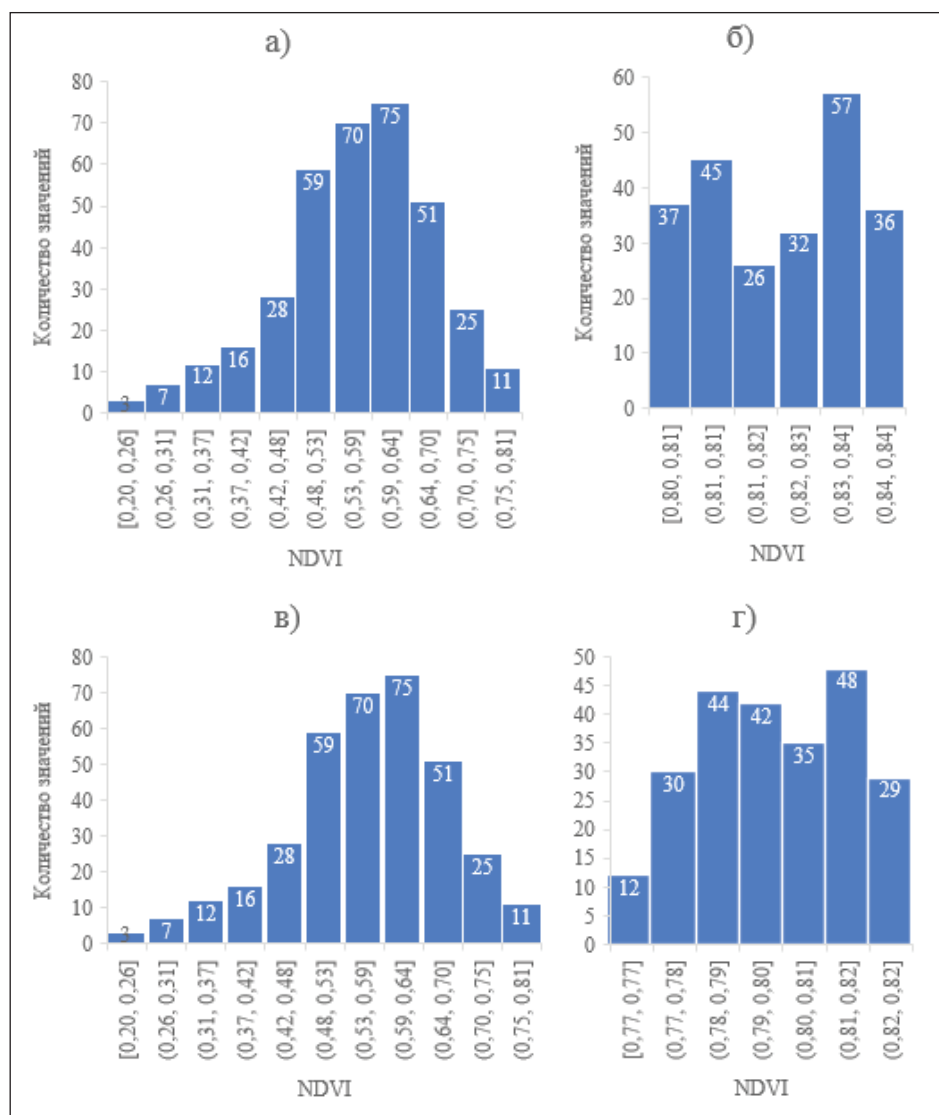


Рисунок 1. Распределение нормализованного относительного вегетационного индекса NDVI в фазу кущения на поле 9 по данным БПЛА а) на фоне N₁₁₅, б) на фоне N₁₆₁ (Фаворит) и в) на фоне N₁₁₅, г) на фоне N₁₆₁ (Каурис)

Согласно представленным гистограммам, отражающим распределение вегетационного индекса по данным съемки с БПЛА на поле № 9 в фазу кушения в зависимости от фона азотного питания, вегетационный индекс варьировал в большей степени в пределах 0,48-0,64 на фоне N_{115} и 0,80-0,82 на фоне N_{161} единиц, что соответствует средней и оптимальной обеспеченности растений азотом. При внесении N_{115} урожайность сорта Фаворит составила 5,3 т/га, на фоне N_{161} она увеличилась до 7,0 т/га, а у сорта Каурис 6,6 и 7,2 т/га. Диагностика тестовых участков на основе средств дистанционного зондирования позволяет контролировать состояние посевов.

Представленная пространственно-временная карта вариации NDVI оказалась полезным инструментом для мониторинга посевов риса. Наши данные о связи оптических и биологических свойств растений риса и их урожайности в целом согласуются с сообщениями других авторов [7,14]. Таким образом, показана возможность определения физиологического состояния посевов сортов риса

с разной массой 1000 зерен по оптическим свойствам агрофитоценозов в системе точного земледелия.

Выводы

Для создания высокопродуктивного посева необходима регуляция образования продуктивных органов, составляющих структуру урожая, путем определенного (оптимального) азотного питания растений. Оптико-биологическая диагностика позволяет ответить на вопрос о том, как формируется урожай в зависимости от уровня азотного питания растений, установить недостаток или избыток азота на отдельных этапах онтогенеза, на основе чего разработать наиболее рациональную схему внесения азотных удобрений под рис. Показана возможность определения физиологического состояния посевов сортов риса с разной крупностью зерна по оптическим свойствам агрофитоценоза в системе точного земледелия. Полученные уравнения регрессии позволяют разработать методику прогнозирования урожая риса с использованием оптических характеристик растений риса.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта КНФ МФИ-П-20.1-14/21

ЛИТЕРАТУРА

1. Воробьев, Н.В. Физиологические основы формирования урожая риса / Н.В. Воробьев. – Краснодар: Просвещение-Юг, 2013. – 405 с.
2. Шеуджен, А.Х. Агрохимия. Ч. 2. Методика агрохимических исследований: учеб. пособие / А.Х. Шеуджен, Т.Н. Бондарева. – Краснодар: КубГАУ, 2015. – 703 с.
3. Якушев, В.П. Дистанционные методы и средства в информационном обеспечении точного земледелия: состояние и перспективы / В.П. Якушев // Применение средств дистанционного зондирования Земли в сельском хозяйстве: материалы II Всероссийской научной конференции с международным участием. Санкт-Петербург. 26-28 сентября 2018. – СПб:ФГБНУ АФИ, 2018. – С. 3-11. DOI: 10/25695/agrophisica.2018.2.18484
4. Cabangon, R.J. Chlorophyll meter-based nitrogen management of rice grown under alternate wetting and drying irrigation / R.J. Cabangon, E.G. Castillo. T.P.Tuong [et al.] // Field Crops Res. – 2011. – V. 121. – P. 136-146.
5. Casa, R. Nitrogen fertilisation management in precision agriculture: A preliminary application example on maize / R. Casa, A. Cavalieri, B.L. Cascio // Ital. J. Agron. – 2011. – V. 6: e5. DOI:10.4081/ija.2011.e5
6. Gago, J. UAVs challenge to assess water stress for sustainable agriculture / J. Gago, C. Douthe; R.E. Coopman [et al.] // Agric. Water Manag. – 2015. – V. 153. – P. 9-19.
7. Huang, S. Satellite remote sensing-based in-season diagnosis of rice nitrogen status / S. Huang, Y. Miao, F. Yuan [et al.] // Northeast China. Remote Sens. – 2015. – V. 7. – P. 10646-10667. Doi:10.3390/rs70810646
8. Hunt, E.R.Jr. What good are unmanned aircraft systems for agricultural remote sensing and precision agriculture? / E.R.Jr. Hunt, C.S.T. Daughtry // Int. J. Remote Sens. – 2018. – V. 39. – P. 5345-5376.
9. Jinwen, L. Chlorophyll Meter's Estimate of Weight-based Nitrogen Concentration in Rice Leaf is Influenced by Leaf Thickness / L. Jinwen, Y. Jingping, L. Dongsheng [et al.] // Plant Prod. Sci. – 2011. – V. 14. – P. 177-183.
10. Johnston, A.M. 4R Nutrient Stewardship for Improved Nutrient Use Efficiency / A.M. Johnston, T.W. Bruulsema // Procedia Eng. – 2014. – V. 83. – P. 365-370.
11. Khanal, S. An overview of current and potential applications of thermal remote sensing in precision agriculture / S. Khanal, J. Fulton, S. Shearer // Comput. Electron. Agric. – 2017. – V. 139. – P. 22-32.
12. Li, J. Quantification of rice canopy nitrogen balance index with digital imagery from unmanned aerial vehicle / J. Li, F. Zhang, X. Qian [et al.] // Remote Sens. Lett. – 2015. – V. 6. – P. 183-189.
13. Lu, J. Evaluating an unmanned aerial vehicle-based remote sensing system for estimation of rice nitrogen status / J. Lu, Y. Miao, Y. Huang [et al.] // In Proceedings of the 2015 Fourth International Conference on Agro-Geoinformatics (Agro-geoinformatics), Istanbul, Turkey, 20-24 July 2015. – P. 198-203.
14. Lu, J. Evaluating different approaches to non-destructive nitrogen status diagnosis of rice using portable RapidSCAN active canopy sensor / J. Lu, Y. Miao, W. Shi [et al.] // Sci. Rep. – 2017. – V. 7. – P. 14073.doi:10.1038/s41598-017-14597-1
15. Peng, S. Upper Thresholds of Nitrogen Uptake Rates and Associated Nitrogen Fertilizer Efficiencies in Irrigated Rice / S. Peng, K.G. Cassman // Agron. J. – 1998. – V. 90. – P. 178-185.
16. Saberioon, M.M. Novel approach for estimating nitrogen content in paddy fields using low altitude remote sensing system / M.M. Saberioon, A. Gholizadeh // Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spati. Inf. Sci. – 2016. – V. 41. – P. 1011-1015
17. Swain, K.C. Suitability of low-altitude remote sensing images for estimating nitrogen treatment variations in rice

- cropping for precision agriculture adoption / K.C. Swain, H.P. Jayasuriya, V.M. Salokhe // J. Appl. Remote Sens. – 2007. – V. 1(1). – 013547. <http://dx.doi.org/10.1117/1.2824287>
18. Wakiyama, Y. The Relationship between SPAD Values and Leaf Blade Chlorophyll Content throughout the Rice Development Cycle / Y. Wakiyama // Jpn. Agric. Res. Q. JARQ. – 2016. – V. 50. – P. 329-334.
19. Wang, Y. Estimating nitrogen status of rice using the image segmentation of G-R thresholding method / Y. Wang, D. Wang, G. Zhang [et al.] // Field Crops Res. – 2013. – V. 149. – P. 33-39.
20. Wang, Y. Estimating rice chlorophyll content and leaf nitrogen concentration with a digital still color camera under natural light / Y. Wang, D. Wang, P. Shi [et al.] // Plant Methods. – 2014. – V. 10. – P. 36. DOI:10.1186/1746-4811-10-36
21. Xiong, D. SPAD-based leaf nitrogen estimation is impacted by environmental factors and crop leaf characteristics / D. Xiong, J. Chen, T. Yu [et al.] // Sci. Rep. – 2015. – V. 5. – P. 13389. <http://dx.doi.org/10.1038/srep13389>
22. Yang, S. The application of unmanned aircraft systems to plant protection in China / S. Yang, X. Yang, J. Mo // Precis. Agric. – 2018. – V. 19. – P. 278-292.
23. Zhang, Y. Remote monitoring of heading rice growing and nitrogen content based on UAV images. / Y. Zhang, Z. Su, W. Shen [et al.] // Int. J. Smart Home. – 2016. – V. 10. – P. 103-114.

REFERENCES

- Vorobiev N.V. Physiological basis for the formation of rice yield / N.V. Vorobiev. – Krasnodar Enlightenment-Sout 2013. – 405 p.
- Sheudzhen, A.Kh. Agrochemistry. Part 2. Technique of agrochemical research: textbook / A.Kh. Sheudzhen, T.N. Bondareva // Krasnodar: KubSAU, 2015. – 703 p.
- Yakushev, V.P. Remote methods and means in information support of precision farming: state and prospects / Application of Land Remote Sensing Means in Agriculture: Materials of the II All-Russian Scientific Conference with International Participation. St. Petersburg. September 26 – 28, 2018. – SPb: FGBNU AFI 3 – 11 (2018) doi: 10/25695/agrophisica.2018.2.1848
- Cabangon, R.J. Chlorophyll meter-based nitrogen management of rice grown under alternate wetting and drying irrigation / R.J. Cabangon, E.G. Castillo. T.P. Tuong [et al.] // Field Crops Res. – 2011. – V. 121. – P. 136-146.
- Casa, R. Nitrogen fertilisation management in precision agriculture: A preliminary application example on maize / R. Casa, A. Cavalieri, B.L. Cascio // Ital. J. Agron. – 2011. – V. 6: e5. DOI:10.4081/ija.2011.e5
- Gago, J. UAVs challenge to assess water stress for sustainable agriculture / J. Gago, C. Douthe; R.E. Coopman [et al.] // Agric. Water Manag. – 2015. – V. 153. – P. 9-19.
- Huang, S. Satellite remote sensing-based in-season diagnosis of rice nitrogen status / S. Huang, Y. Miao, F. Yuan [et al.] // Northeast China. Remote Sens. – 2015. – V. 7 – P. 10646-10667. Doi:103390/rs70810646
- Hunt, E.R.Jr. What good are unmanned aircraft systems for agricultural remote sensing and precision agriculture? / E.R.Jr. Hunt, C.S.T. Daughtry // Int. J. Remote Sens. – 2018. – V. 39. – P. 5345-5376.
- Jinwen, L. Chlorophyll Meter's Estimate of Weight-based Nitrogen Concentration in Rice Leaf is Influenced by Leaf Thickness / L. Jinwen, Y. Jingping, L. Dongsheng [et al.] // Plant Prod. Sci. – 2011. – V. 14. – P. 177-183.
- Johnston, A.M. 4R Nutrient Stewardship for Improved Nutrient Use Efficiency / A.M. Johnston, T.W. Bruulsema // Procedia Eng. – 2014. – V. – 83. – P. 365-370.
- Khanal, S. An overview of current and potential applications of thermal remote sensing in precision agriculture / S. Khanal, J. Fulton, S. Shearer // Comput. Electron. Agric. – 2017. – V. 139. – P. 22-32.
- Li, J. Quantification of rice canopy nitrogen balance index with digital imagery from unmanned aerial vehicle / J. Li, F. Zhang, X. Qian [et al.] // Remote Sens. Lett. – 2015. – V. 6. – P. 183-189.
- Lu, J. Evaluating an unmanned aerial vehicle-based remote sensing system for estimation of rice nitrogen status / J. Lu, Y. Miao, Y. Huang [et al.] // In Proceedings of the 2015 Fourth International Conference on Agro-Geoinformatics (Agro-geoinformatics), Istanbul, Turkey, 20-24 July 2015. – P. 198-203.
- Lu, J. Evaluating different approaches to non-destructive nitrogen status diagnosis of rice using portable RapidSCAN active canopy sensor / J. Lu, Y. Miao, W. Shi [et al.] // Sci. Rep. – 2017. – V. 7. – P. 14073. doi:10.1038/s41598-017-14597-1
- Peng, S. Upper Thresholds of Nitrogen Uptake Rates and Associated Nitrogen Fertilizer Efficiencies in Irrigated Rice / S. Peng, K.G. Cassman // Agron. J. – 1998. – V. – 90. P. – 178-185.
- Saberioon, M.M. Novel approach for estimating nitrogen content in paddy fields using low altitude remote sensing system / M.M. Saberioon, A. Gholizadeh // Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spati. Inf. Sci. – 2016. – V. 41. – P. 1011-1015.
- Swain, K.C. Suitability of low-altitude remote sensing images for estimating nitrogen treatment variations in rice cropping for precision agriculture adoption / K.C. Swain, H.P. Jayasuriya, V.M. Salokhe // J. Appl. Remote Sens. – 2007. – V. 1(1). – 013547. <http://dx.doi.org/10.1117/1.2824287>
- Wakiyama, Y. The Relationship between SPAD Values and Leaf Blade Chlorophyll Content throughout the Rice Development Cycle / Y. Wakiyama // Jpn. Agric. Res. Q. JARQ. – 2016. – V. 50. – P. 329-334.
- Wang, Y. Estimating nitrogen status of rice using the image segmentation of G-R thresholding method / Y. Wang, D. Wang, G. Zhang [et al.] // Field Crops Res. – 2013. – V. 149. – P. 33-39.
- Wang, Y. Estimating rice chlorophyll content and leaf nitrogen concentration with a digital still color camera under natural light / Y. Wang, D. Wang, P. Shi [et al.] // Plant Methods. – 2014. – V. 10. – P. 36. DOI:10.1186/1746-4811-10-36
- Xiong, D. SPAD-based leaf nitrogen estimation is impacted by environmental factors and crop leaf characteristics / D. Xiong, J. Chen, T. Yu [et al.] // Sci. Rep. – 2015. – V. 5. – P. 13389. <http://dx.doi.org/10.1038/srep13389>
- Yang, S. The application of unmanned aircraft systems to plant protection in China / S. Yang, X. Yang, J. Mo // Precis. Agric. – 2018. – V. 19. – P. 278-292.
- Zhang, Y. Remote monitoring of heading rice growing and nitrogen content based on UAV images. / Y. Zhang, Z. Su, W. Shen [et al.] // Int. J. Smart Home. – 2016. – V. 10. – P. 103-114.

Михаил Александрович Скаженник
Заведующий лабораторией физиологии
E-mail: sma_49@mail.ru

Виктор Савельевич Ковалев
Главный научный сотрудник

Любовь Владимировна Есаулова
Ведущий научный сотрудник

Виталий Николаевич Чижиков
Заведующий лабораторией агрохимии
и почвоведения
E-mail: agrohim-vt@yandex.ru

Андрей Михайлович Оглы
Заведующий отделом селекции
E-mail: ogly-a@mail.ru

Татьяна Семеновна Пшеницына
Старший научный сотрудник лаборатории
E-mail: sma_49@mail.ru

Александр Олегович Григорьев
Младший научный сотрудник лаборатории
E-mail: sma_49@mail.ru

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

Mikhail Alexandrovich Skazhennik
Head laboratory of physiology
E-mail: sma_49@mail.ru

Victor Savelevich Kovalyov
Chief Researcher

Lyubov Vladimirovna Esaulova
Leading Researcher. molecular biology laboratories:

Vitaly Nikolaevich Chizhikov
Head of the Laboratory
of Agrochemistry and Soil Science
E-mail: agrohim-vt@yandex.ru

Andrei Mikhailovich Ogly
Head of breeding department
E-mail: ogly-a@mail.ru

Tatyana Semenovna Pshenitsyna
Senior Researcher of the Laboratory of Physiology
E-mail: sma_49@mail.ru

Alexander Olegovich Grigoriev
Junior researcher of the Laboratory of Physiology
E-mail: sma_49@mail.ru

All: Federal Rice Research Center
3, Belozerny, Krasnodar, 350921, Russia

DOI 10.33775/1684-2464-2022-54-1-26-32
УДК 631.8:633.18

Белоусов И.Е., канд. с.-х. н.,
Чижигов В.Н., канд. с.-х.н.,
Слепцова О.И.
г. Краснодар, Россия

ЭФФЕКТИВНОСТЬ НОВЫХ УДОБРЕНИЙ ДЛЯ НЕКОРНЕВОЙ ПОДКОРМКИ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ПЕРСПЕКТИВНЫХ СОРТОВ РИСА

Технология возделывания риса представляет собой комплекс агротехнических, агрохимических и других операций, тесно взаимосвязанных между собой. Без своевременного и качественного их выполнения невозможно в полной мере реализовать потенциал новых и перспективных сортов риса, которые зачастую сильно отличаются по своим биологическим требованиям, в первую очередь к обеспеченности минеральным питанием. Обеспечение сбалансированности минерального питания растений по макроэлементам не может в полной мере раскрыть потенциал выращиваемых сортов риса. В условиях, когда не наблюдается их дефицита, важнейшую роль играет обеспеченность растений различными мезо- и микроэлементами. Включение их в состав удобрений для некорневых подкормок позволяет в полной мере обеспечить растения минеральным питанием в периоды наибольшей в них потребности. Наилучший эффект достигается при правильном определении срока применения, кратности обработок и оптимальных дозировок. В настоящее время доступен широкий спектр удобрений для некорневых подкормок, различающихся содержанием в них элементов минерального питания и их концентрацией. При этом не все удобрения являются универсальными, т.е. эффективными на всех сельскохозяйственных культурах. В связи с этим, в условиях полевого опыта определяли агрономическую эффективность новых удобрений для некорневой подкормки при выращивании перспективных сортов риса. Прибавка урожая составила 0,64-0,89 т/га (7,64-10,59 %), что говорит о высокой эффективности данных удобрений и позволяет рекомендовать их применение в производственных условиях.

Ключевые слова: рис, минеральное питание, удобрения, некорневые подкормки, сорт, урожайность.

EFFICIENCY OF NEW FERTILIZERS FOR FOLIAR FERTILIZATION IN GROWING PROMISING RICE VARIETIES

Rice cultivation technology is a complex of agrotechnical, agrochemical and other operations that are closely interconnected. Without their timely and high-quality implementation, it is impossible to fully realize the potential of new and promising rice varieties, which often differ greatly in their biological requirements, primarily in mineral nutrition. Ensuring the balance of mineral nutrition of plants in terms of macroelements cannot fully reveal the potential of cultivated rice varieties. Under conditions when their deficiency is not observed, the most important role is played by the provision of plants with various meso- and microelements. Their inclusion in the composition of fertilizers for foliar top dressing allows you to fully provide plants with mineral nutrition at the time of the greatest need for them. The best effect is achieved with the correct determination of the period of application, the frequency of treatments and optimal dosages. A wide range of foliar fertilizers is currently available, differing in their content of mineral nutrition elements and their concentration. At the same time, not all fertilizers are universal, i.e. effective on all crops. In this regard, under the conditions of a field experiment, the agronomic efficiency of new fertilizers for foliar feeding was determined in the cultivation of promising rice varieties. The yield increase was 0.64-0.89 t/ha (7.64-10.59%), which indicates the high efficiency of these fertilizers and allows us to recommend their use in production conditions.

Key words: rice, mineral nutrition, fertilizers, foliar feeding, variety, yield.

Введение

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 имеют при этом азот, фосфор и калий.

Азот является источником для синтеза белков, он наиболее интенсивно поглощается растениями в периоды максимального роста и образования генеративных органов. Максимум потребления азота приходится на фазу кущения и продолжается в течение всего вегетационного периода [9,10,11].

Фосфор 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. При недостатке фосфора наблюдаются нарушения в белковом обмене, корневая система развивается слабо, кущение запаздывает, а метелка получается малоозерненной. Фосфор усваивается корнями в окисленной форме. Это вызывает необходимость предпосевного внесения фосфорных удобрений

Калий способствует передвижению углеводов, обеспечивая благоприятные условия для протекания синтетических процессов. Этот элемент в больших количествах потребляется рисом в первой половине его вегетации. Поэтому важно обеспечить растения достаточным количеством калия начиная с фазы всходов.

Оптимальное питание растений риса калием особенно важно при формировании генеративных органов. В это время наблюдается снижение содержания подвижного калия в почве, в связи с чем, рис отзывчив на проведение калийных подкормок [9,10,11].

Проведенные мониторинговые исследования по изучению изменения плодородия основных подтипов почв зоны рисосеяния Краснодарского края показали устойчивую тенденцию к снижению уровня их обеспеченности подвижными формами фосфора и калия. Это не в последнюю очередь связано с тем, что в последние годы только азотные удобрения применялись в дозах, близких к оптимальным, в то время как количество вносимых фосфорных и, особенно, калийных удобрений было недостаточным [8].

Установлено, что снижение доз фосфорных и (или) калийных удобрений ниже оптимальных, или их исключение из системы удобрения приводит к снижению урожайности и иммунного статуса растений риса [1]. При этом уменьшение доз, вносимых в основной прием удобрений можно компенсировать за счет некорневых подкормок [2]. В тоже время сочетание внесения удобрений в основной прием с корневыми и некорневыми подкормками удобрениями позволяет оптимизировать затраты на их применение, повысить эффективность вносимых удобрений, в первую очередь – азотных, за счет обеспечения сбалансированности минерального питания растений. Таким образом, может быть компенсирован недостаток тех или иных элементов минерального питания. В результате появляется возможность повысить урожай районированных сортов риса и снизить затраты на его получение.

Однако, обеспечение сбалансированности минерального питания растений по макроэлементам не является единственным путем повышения урожайности риса. В условиях, когда не наблюдается их дефицит, важнейшую роль играет обеспечен-

ность растений различными микроэлементами. В предыдущие годы были разработаны технологии внесения микроудобрений в почву, но эффект от этого приема, прежде всего, экономический, был невелик. Включение микроэлементов в состав комплексных удобрений более эффективно при правильном определении срока их применения, кратности обработок и их дозировок [6,7].

Бор оказывает влияние на фотосинтетическую деятельность растений. Этот элемент играет значительную роль в процессах оплодотворения и плодоношения. Бор усиливает прорастание пыльцы, рост пыльцевых трубок и необходим для формирования жизнеспособной пыльцы [9].

Имеется определенная связь между бором и азотным обменом растений. Установлено положительное влияние этого микроэлемента на поступление азота и включение его в белковые соединения. Бор способствует увеличению содержания органических соединений фосфора в листьях, стеблях и корнях, оказывает влияние на поглощение растениями элементов минерального питания, в частности – калия и кальция. Бор необходим растениям в течение всего вегетационного периода.

Цинк регулирует белковый, углеводный, фосфорный обмены, усиливает биосинтез гормонов роста, синтез хлорофилла, повышает стрессоустойчивость [9].

Сера усиливает синтез аминокислот и белков, фиксацию азота ризобактериями у бобовых культур, ингибирует процессы утилизации почвенного азота;

Ежегодно в ассортименте предлагаемым сельхозпроизводителям удобрений для некорневых подкормок появляются новые препараты, которые могут содержать как макро-, так и микроэлементы в самых различных сочетаниях и концентрациях. Их эффективность может сильно варьировать в зависимости от состава, доз внесения и сроков применения, что требует определения их места в технологии применения удобрений под рис [6]. Кроме этого, необходимо учитывать биологические особенности возделываемых сортов риса. Проведенными ранее исследованиями показано, что районированные сорта риса по-разному реагируют на внесение удобрений, в т.ч. в некорневую подкормку, что обусловлено различиями по отношению к уровню минерального питания [12,13]. Универсальные сорта дают наибольшую прибавку урожайности при проведении некорневой подкормки фосфорно-калийными комплексными удобрениями в возрасте 7-8 листьев практически на всех уровнях азотного питания. Отмечена также эффективность двукратной некорневой обработки фосфорно-калийным удобрением [3]. В то же время, для сортов полунтенсивного типа более эффективно проведение некорневых подкормок на сравнительно невысоком фоне азотного питания. Следовательно,

при разработке приемов дифференцированного применения минеральных удобрений необходимо учитывать особенности выращиваемого сорта [6].

Цель исследований

Определить агрономическую эффективность новых удобрений для некорневой подкормки при выращивании перспективных сортов риса.

Материалы и методы

Исследования проводили в условиях полевого опыта, заложенного на РОС ОПУ ФГБНУ «ФНЦ риса». Почва лугово-черноземная слабосолонцеватая тяжелосуглинистая. Её характеристика: гумус – 2,48 %; общие: азот – 0,24 %, фосфор – 0,23 %, калий – 0,91 %; азот легкогидролизуемый – 8,80; фосфор подвижный – 11,43; калий подвижный – 21,8 мг/100 г, pH – 7,5.

Схема опыта:

1. $N_{92}P_{50}$ – фон;
2. $N_{92}P_{50}$ + ПК-Макс (ПК), (1,0 л/га в 6-7 листьев и 1,0 л/га в трубкование);
3. $N_{92}P_{50}$ + Зерномикс (Зм), (1,0 л/га в 6-7 листьев и 1,5 л/га в трубкование);

Повторность в опыте 4-х кратная. Площадь делянки: общая – 15 м², учетная – 11,4 м², предшественник – рис. Сорт риса – Наутилус. Норма высева – 7 млн. всхожих зерен/га. Всего делянок в опыте – 12.

Наутилус – районирован с 2019 г. Сорт среднеспелый с периодом вегетации 113-115 дней. Высота растений 90-100 см., длина метелки 17-18 см., зерновка округлая. Масса 1000 зерен 28-29 г., стекловидность 96-98 %, общий выход крупы 71-72 %, содержание целого ядра в крупе 85-90 %. Рекомендован для приготовления различных видов плова.

Сорт среднеустойчив к пирикулярриозу. Потенциал урожайности 10,0-11,0 т/га [7].

Технология возделывания – согласно рекомендациям ФГБНУ «ФНЦ риса» [8].

Используемые минеральные удобрения: карбамид (46 % д.в.), двойной суперфосфат (46 % д.в.), жидкие комплексные удобрения различного состава.

Минеральные удобрения вносились: фосфорное – до посева полной дозой, азотное – дробно: N_{46} в основной прием (до посева) и в подкормку N_{46} в возрасте 5-6 листьев. Комплексные удобрения вносились в некорневые подкормки в фазу кущения (6-7 листьев) и трубкования, малообъемным ранцевым опрыскивателем с нормой расхода рабочей жидкости 2 л/делянку.

Характеристика применяемых в опыте удобрений.

- **ПК-Макс** – фосфорно-калийное комплексное удобрение, содержащее 23,4 % фосфора, 26,9 % калия, а также 0,7 % азота, по 0,01 % бора, марганца и цинка и 0,005 % меди в хелатной форме. Предназначено для обеспечения растений легко-

доступными соединениями фосфора и калия. Регулирует энергетический баланс растений, улучшает азотный обмен.

- **Зерномикс** – комплексное полиэлементное удобрение, содержащее 9,7 % магния, 8 % кальция, 6,7 % серы, 6 % цинка и 3,7 % бора. Препаративная форма – суспензия. Предназначено для обеспечения растений мезо- и микроэлементами, повышает устойчивость растений к неблагоприятным факторам внешней среды, улучшает условия оплодотворения колосков.

Проводились следующие наблюдения, учеты, анализы:

- экспресс-контроль азотного питания растений с помощью прибора «N-тестер»;

- учет урожайности зерна риса.

Экспресс-контроль проводился в следующие сроки: перед второй некорневой подкормкой (в трубкование), через 7 дней после второй некорневой подкормки (в трубкование).

Результаты и обсуждение

Одним из ключевых условий достижения планируемой урожайности риса является получение равномерных всходов. При этом, посев с минимальной заделкой семян и укороченный режим затопления создают необходимые предпосылки для повышения полевой всхожести семян, что, как правило, приводит к получению загущенных посевов. Одновременно, темпы прорастания семян во многом определяются погодными условиями текущего года, которые могут достаточно сильно варьировать по сравнению со средними многолетними показателями.

Учет густоты стояния растений на опытных делянках проводили перед закладкой полевого опыта. Для этого на площади карты был выбран участок посева, характеризующийся равномерным распределением растений. В среднем она составила 240-250 раст./м², что является оптимальными показателями. Возраст растений на момент закладки составил 6-7 листьев. К этому времени были выполнены азотная подкормка и химическая прополка посевов (цитадель, 1,7 л/га). На следующий день после закладки опыта была выполнена первая некорневая подкормка.

Некорневые подкормки являются эффективным дополнением к корневому питанию растений, особенно в условиях, когда в основной прием отдельные виды удобрений не вносятся или применяются в неоптимальных дозах. Питательные элементы наносятся непосредственно на вегетирующие растения, прочно удерживаются на них и быстро поглощаются, сразу включаясь в процессы метаболизма. Это позволяет обеспечить сбалансированность минерального питания растений, своевременно устранить дефицит того или иного элемента питания, избегая, в то же время, избыточного применения удобрений [6]. Главное преим-

мущество некорневого питания заключается в его экономичности. При опрыскивании растений растворами питательных веществ потери практически исключены и расходуется гораздо меньше удобрений, чем при внесении их в почву. Сочетание в одном растворе удобрений и пестицидов позволяет экономить время и материальные ресурсы.

В рисоводстве для некорневых подкормок используются удобрения, которые имеют в своем составе легкодоступные растениям макро- и микроэлементы в хелатной форме. Они обладают тремя основными функциями: удобрительной, регуляторной и защитной. Выбор вида удобрения, а также оптимального срока его применения зависит от преследуемой цели.

Эффективность применения удобрения в значительной мере определяется сроком и дозой его внесения. Так, органоминеральные удобрения и стимуляторы роста наиболее эффективны при обработке ими семян риса (устранение неблагоприятных факторов при прорастании семян риса и получении всходов), а при обработки вегетирующих растений их воздействие в большинстве случаев не проявляется. Для удобрений, стимулирующих потребление азота в растениях, оптимальный срок внесения в возрасте 4-5 листьев у риса. Некорневая подкормка при этом совмещается с химической прополкой посевов или с профилактической обработкой против пирикулярриоза [6].

В возрасте 6-7 листьев наиболее эффективны удобрения, обеспечивающие балансировку минерального питания риса, и устранение дефицита

того или иного его элемента. Эти удобрения являются универсальными и обеспечивают прибавку урожайности вне зависимости от реакции сорта на уровень азотного питания.

Удобрения, содержащие в своем составе микроэлементы, применяют на протяжении всей фазы кущения, т.е. начиная с 3-4 до 7-9 листьев. Некоторые виды комплексных удобрений возможно применять в трубкование и даже до молочно-восковой спелости. Оптимальный срок применения зависит от состава удобрения и периода наибольшей потребности растений риса в том или ином микроэлементе или их сочетании.

Эффект от вносимых в некорневую подкормку удобрений, как правило, носит комплексный характер, т.е. влияние удобрения проявляется через ряд взаимосвязанных показателей [5]. Одним из таких параметров является уровень обеспеченности растений риса азотным питанием (табл. 1).

Ко времени проведения первого тестирования, запланированная доза азота была внесена в полном объеме. Таким образом, азотный статус растений фонового варианта характеризует достигнутый в результате этого уровень обеспеченности растений на основном массиве и можно определить воздействие на данный показатель изучаемых удобрений для некорневой подкормки. Оно определяется, прежде всего, составом применяемого удобрения, т.к. каждый элемент оказывает строго определенное влияние на биохимические процессы, протекающие в растительном организме.

Таблица 1. Влияние некорневых подкормок на азотный статус растений риса, ед.

Вариант	Повторность	Перед 2-й некорневой подкормкой	Через неделю после 2-й некорневой подкормки
Фон, без обработки	1	544	538
	2	540	532
	3	556	538
	4	561	540
	Среднее	550	537
Фон + Л-экспресс-ПК-Макс	1	544	521
	2	542	530
	3	532	545
	4	535	528
	Среднее	538	531
Фон + Л-экспресс-Зерномикс	1	567	555
	2	578	575
	3	598	565
	4	588	578
	Среднее	583	568

Как следует из представленных данных, в результате обработки фосфорно-калийным удобрением ПК-Макс обеспеченность растений азотом снизил-

ся на 12 ед. (2,2 %). Фосфор тесно связан с энергетикой растения и активно участвует в процессах утилизации поступившего в них азота. Калий, в свою

очередь, необходим для транспортировки синтезированных ассимилянтов. Таким образом, снижение азотного статуса растений в результате некорневой обработки фосфорно-калийным удобрением является следствием активизации биохимических процессов, протекающих в растениях.

После обработки Зерномиксом, наоборот, отмечается увеличение азотного статуса растений риса на 33 ед. (6,0 %). Данное удобрение представляет собой смесь микроэлементов в доступной для растениях форме, из которых бор, цинк и сера принимают активное участие в азотном обмене, синтезе белков и аминокислот, а также стимулируют поступление азота в растения. Скорее всего, именно с этим связано увеличение обеспеченности растений азотом с последующим использованием ими дополнительно поступивших его количеств.

Через неделю после второй некорневой подкормки была проведена повторная экспресс-диагностика азотного статуса растений. Ее результаты подтвердили выявленные ранее закономерности: азотный статус растений на варианте с обработкой ПК-удобрением был несколько ниже, чем на контроле (на 1,1 %), а на варианте с Зерномиксом – на 6,9 % выше. Следует отметить, что азотный статус растений риса снизился по сравнению с первым определением, что связано с биологическим разбавлением в результате протекающих в растениях ростовых процессов.

Таким образом, некорневые подкормки оказали влияние на обеспеченность растений азотным питанием и протекающие в них метаболические процессы. Величина и направленность отмеченных изменений определялась составом удобрений, а также сроком их применения, что в конечном итоге

обусловило величину сформированного урожая (табл. 2).

Полученные результаты показывают, что оба изучаемых удобрения способствовали повышению урожайности риса. В результате двукратной обработки фосфорно-калийным удобрением Л-экспресс-ПК-Макс получена прибавка урожайности 0,64 т/га (7,62 %), что связано с улучшением энергетического статуса растений в результате чего активизировалась утилизация поступившего в растения азота и транспортировка синтезированных ассимилянтов в растительном организме.

Таблица 2. Урожайность зерна риса, т/га

Вариант	Урожайность, т/га	Прибавка	
		т/га	%
$N_{92}P_{50}$	8,40	-	-
$N_{92}P_{50} + PK$	9,04	0,64	7,62
$N_{92}P_{50} + 3M$	9,29	0,89	10,59
HCP_{05}	0,263		

Некорневые подкормки Л-экспресс-Зерномикс также способствовали повышению урожайности риса: ее прибавка составила 0,89 т/га (10,59 %) и была получена за счет комплексного воздействия содержащихся в удобрении микроэлементов на биохимические процессы в растении.

Для получения более полной информации выполнен биометрический и структурный анализ отобранных перед уборкой урожая модельных снопов.

Анализ элементов структуры урожайности позволяет выявить, за счет каких показателей произошло ее изменение в ту или иную сторону. Эти данные приведены в таблице 3.

Таблица 3. Биометрический анализ и структура урожайности

№	Вариант	Масса зерна, г.		Пустозерность, %	$K_{кущ}$
		с растения	1000 шт.		
1.	$N_{92}P_{50}$	4,78	25,04	21,64	1,7
2.	$N_{92}P_{50} + PK$	5,14	24,10	21,01	1,8
3.	$N_{92}P_{50} + 3M$	5,56	23,40	21,29	1,8
	HCP_{05}	0,32	0,77		

Показатель интенсивности кущения растений риса является одним из ключевых, т.к. он показывает, какое количество продуктивных побегов на единицу площади было сформировано, а это важно для анализа вклада элементов структуры в формирование урожайности. Вследствие достаточно высокой густоты стояния полученных всходов, кущение растений было невысоким, продуктивная кустистость по всем вариантам опыта в среднем составила около 2,0 продуктивных побегов на растение. Таким образом, формирование урожая происходило как за счет главной, так и боковой метелок, продуктивность которых определяется

массой зерна и соотношением числа стерильных и выполненных колосков (пустозерностью).

Как следует из данных таблицы, были выявлены существенные различия по этому показателю между вариантами опыта и фоном. Увеличение массы зерна с растения в результате некорневой подкормки фосфорно-калийным удобрением составило 0,36 г/раст (7,53 %), а поликомпонентным – 0,78 г/раст. (16,32 %). При этом наблюдалось снижение массы 1000 зерен – на 0,94-1,64 г. (3,75-6,55 %), что обусловлено, скорее всего, ухудшением условий созревания зерновок на боковых метелках вследствие снижения среднесуточных температур

воздуха ниже 15° С в сентябре. Этим же фактором объясняется незначительное снижение пустозерности метелки – на 0,35-0,63 %, хотя наличие в составе поликомпонентного удобрения значительных количеств бора позволяло прогнозировать более высокие результаты [4]. В целом, прирост урожайности был получен за счет увеличения массы зерна с растения, а также, снижения числа стерильных колосков на метелке.

Таким образом, некорневые подкормки посевов риса фосфорно-калийным удобрением Л-экспресс-ПК-Макс и поликомпонентным Л-экспресс-Зерномикс оказали положительное влияние на урожайность риса. Прирост урожая составил 7,64-10,59 %, что показывает высокую эффективность данных удобрений даже в условиях снижения температур воздуха ниже 15° С в период созревания (сентябрь), что позволяет рекомендовать их к применению в производственных условиях.

Выводы

В результате проведенных исследований установлено:

1. Некорневые подкормки удобрениями различного состава оказали влияние на обеспеченность растений азотным питанием и протекающие в них мета-

болические процессы. Величина и направленность отмеченных изменений определялось составом удобрений, их сочетанием и сроком проведения.

2. Некорневые подкормки оказали различное влияние на обеспеченность азотный статус растений риса. В результате обработки фосфорно-калийным удобрением ПК-Макс обеспеченность растений азотом снижалась, что связано с активной утилизацией поступившего в них азота и последующей транспортировкой синтезированных ассимилянтов. После обработки Зерномиксом, наоборот, отмечалось увеличение азотного статуса растений риса, обусловленное наличием в его составе комплекса микроэлементов.

3. Некорневые подкормки посевов риса фосфорно-калийным удобрением Л-экспресс-ПК-Макс и Л-экспресс-Зерномикс оказали положительное влияние на урожайность риса. Прибавка урожая составила 0,64-0,89 т/га (7,64-10,59 %), что говорит о высокой эффективности данных удобрений и позволяет рекомендовать их применение в производственных условиях.

4. Прибавка урожайности была получена за счет увеличения массы зерна с растения, а также, снижения числа стерильных колосков на метелке.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белоусов, И.Е. Эффективность калийных удобрений в зависимости от сроков их внесения и уровня обеспеченности калийным питанием /И.Е. Белоусов // Рисоводство. - 2012. - № 1(20). - С. 45-50.
2. Белоусов, И.Е. Реализация эффективного плодородия лугово-черноземной рисовой почвы при адаптивном применении минеральных удобрений / И.Е. Белоусов // Рисоводство. - 2013. - № 1(22). - С. 59-65.
3. Белоусов, И.Е. Эффективность некорневых подкормок риса как элемента сортовой агротехники / И.Е. Белоусов, Н.М. Кремзин // Рисоводство. - 2017. - № 1 (34). - С. 20 – 26.
4. Белоусов, И.Е. Эффективность некорневых подкормок боросодержащими комплексными удобрениями растений риса в зависимости от срока их проведения - / И.Е. Белоусов // Международная научно-практическая Интернет-конференция «Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования» - с. Соленое Займище, ФГБНУ ПНИАЗ, 28 февраля 2019 г. – С. 405-10.
5. Белоусов, И.Е., Использование метода листовой диагностики для оценки реакции сортов риса на уровень азотного питания / И.Е. Белоусов, М.А. Скаженник, М.В. Чурбакова // Международная научно-практическая конференция «Состояние и перспективы развития аграрной науки в условиях изменяющегося климата» - г. Краснодар, ФГБНУ ВНИИ риса, 5-6 сентября 2019 г. – С. 19-25.
6. Гаркуша, С.В. Удобрения для некорневых подкормок и их применение в рисоводстве /С.В. Гаркуша, И.Е. Белоусов, Н.М. Кремзин - Краснодар: ЭДВИ. – 2021. – 134 с.
7. Каталог сортов риса, сортов и гибридов овощных и бахчевых культур – Краснодар: ЭДВИ, 2021. – 68 с.
8. Система рисоводства Краснодарского края /под ред. Харитонов Е.М. – Краснодар, 2011. -316 с.
9. Шеуджен, А.Х. Агрохимия и физиология питания риса /А.Х. Шеуджен. – Майкоп: ГУРИПП «Адыгея», 2005. - 1012 с.
10. Шеуджен, А.Х. Питание и удобрение зерновых культур. Рис/А.Х. Шеуджен - Краснодар, 2011. -24 с.
11. Doberman, A. Rice: Nutrient Disorders& Nutrient Management / A. Doberman, T.H. Fairhurst. - Manila: IRRI, 2000. - 192 p.
12. Champigny, M.L. Relation entre photosynthesis et nutrition azotes mineral / M.L. Champigny //C.r. Acad. Agr. – 1982. – V. 30. – № 11. – P. 883-891.
13. Maruyama, K. Breeding for high yielding rice cultivars in Japan /K. Maruyama //Tropical agriculture research ser. – 1988. – V. 21. – P. 277.

REFERENCES

1. Belousov, I.E. Efficiency of potash fertilizers depending on the timing of their application and the level of availability of potash nutrition / I.E. Belousov // Rice growing. - 2012. - № 1(20). - P. 45-50.
2. Belousov, I.E. Implementation of the effective fertility of the meadow-chernozem rice soil with the adaptive application of mineral fertilizers / I.E. Belousov // Rice growing. - 2013. - № 1(22). - P. 59-65.
3. Belousov, I.E. Efficiency of foliar fertilizing of rice as an element of varietal agricultural technology - /I.E. Belousov, N.M. Kremzin // Rice growing. - 2017. - № 1 (34). - P. 20 – 26.
4. Belousov, I.E. Efficiency of foliar fertilizing with boron-containing complex fertilizers of rice plants depending on the period of their implementation - /I.E. Belousov //International Scientific and Practical Internet Conference “Modern

Ecological State of the Environment and Scientific and Practical Aspects of Rational Nature Management” - p. Solenoye Zaimishche, FGBNU PNIAZ, February 28, 2019 - P. 405-10

5. Belousov, I.E., Using the method of leaf diagnostics to assess the response of rice varieties to the level of nitrogen nutrition - /I.E. Belousov, M.A. Skazhennik, M.V. Churbakova // International scientific and practical conference “The state and prospects for the development of agricultural science in a changing climate” - Krasnodar, FGBNU All-Russian Research Institute of Rice, September 5-6, 2019 - P. 19-25

6. Garkusha, S.V. Fertilizers for foliar dressings and their use in rice growing - /S.V. Garkusha, I.E. Belousov, N.M. Kremzin - Krasnodar: EDVI. – 2021. – 134 p.

7. Catalog of rice varieties, varieties and hybrids of vegetable and melon crops - Krasnodar: EDVI, 2021 - 68 p.

8. The rice growing system of the Krasnodar Territory / ed. Kharitonova E.M. - Krasnodar, 2011. - 316 p.

9. Sheudzhen, A. Kh. Agrochemistry and physiology of rice nutrition /A.Kh. Sheujen. - Maykop: GURIPP “Adygea”, 2005. - 1012 p.

10. Sheudzhen, A. Kh. Nutrition and fertilizer of grain crops. Rice. - /A.Kh. Sheudzhen - Krasnodar, 2011. - 24 p.

11. Doberman, A. Rice: Nutrient Disorders& Nutrient Management / A. Doberman, T.H. Fairhurst. - Manila: IRRI, 2000. - 192 p.

12. Champigny, M.L. Relation entre photosynthesis et nutrition azotes mineral / M.L. Champigny //C.r. Acad. Agr. – 1982. – V. 30. – № 11. – P. 883-891

13. Maruyama, K. Breeding for high yielding rice cultivars in Japan /K. Maruyama //Tropical agriculture research ser. – 1988. – V. 21. – P. 277

Игорь Евгеньевич Белоусов

Старший научный сотрудник лаборатории агрохимии и почвоведения

E-mail: igor_bel06@mail.ru

Igor Evgenievich Belousov

Senior Researcher of the laboratory of agrochemistry and soil science

E-mail: igor_bel06@mail.ru

Виталий Николаевич Чижиков

Заведующий лабораторией агрохимии и почвоведения

E-mail: agrohim-vt@yandex.ru

Vitaly Nikolaevich Chizhikov

Head of the Laboratory of agrochemistry and soil science

E-mail: agrohim-vt@yandex.ru

Оксана Ивановна Слепцова

Младший научный сотрудник лаборатории агрохимии и почвоведения

E-mail: agrohim-vt@yandex.ru

Oksana Ivanovna Sleptsova

Junior research fellow laboratories of agrochemistry and soil science

E-mail: agrohim-vt@yandex.ru

Все: ФГБНУ «ФНЦ риса»

350921, Россия, г. Краснодар,
пос. Белозерный, 3,

All: FGBNU «FSC Rice»

3, Belozerny, Krasnodar, 350921, Russia

DOI 10.33775/1684-2464-2022-54-1-33-40
УДК 631.41

Слюсарев В.Н., д-р с.-х. наук, профессор,
Осипов А.В., канд. с.-х. наук, доцент,
Тешева С.А., канд. биол. наук,
Суминский И.И., аспирант
г. Краснодар, Россия

ВЛИЯНИЕ МНОГОЛЕТНЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОЧВ РИСОВЫХ АГРОЛАНДШАФТОВ НА АГРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Почвы, вовлекаемые под культуру риса, с момента освоения претерпевают ряд изменений вне зависимости от генезиса. Неогенез определяется главным образом установлением специфического водного режима, приводящего к преобразованию направленности и интенсивности почвообразовательных процессов. В настоящее время необходимо изучение процессов преобразования свойств бывших богарных, а ныне почв, используемых в рисовых севооборотах. Целью исследований являлось изучить изменения агрофизических показателей почв рисовых агроландшафтов Кубани в процессе сельскохозяйственного использования для разработки методов восстановления свойств и плодородия почв рисовых полей. В данной статье проведена оценка агрофизических показателей почв рисовых полей и богарных аналогов при их сельскохозяйственном использовании. Выявлена взаимосвязь гранулометрического состава и агрофизических свойств почв при их использовании в рисовых севооборотах, определяющих особенности почвенного покрова современной дельты р. Кубань. Определена закономерность взаимозависимости плотности твердой фазы и гранулометрического состава почвы, которые определяются минералогическим составом аллювиальных почв и пород. Отмечена тенденция возрастания плотности почв с увеличением содержания физической глины и ила, а также возрастанием плотности твердой фазы почв. Показатель плотности твердой фазы почв является наиболее стабильным во времени и в соответствующих расчетах принимается как константа. В рассматриваемых почвах он варьирует в широком диапазоне – от 2,46 (в зернистых песках) до 2,78 г/см³ (в тяжелых глинах). Исследования позволили выявить соответствие каждой разновидности гранулометрического состава и определенных величин плотности твердой фазы и их варьирование в узких пределах. Установлено, что существенных различий в показателях агрофизических свойств подпахотных горизонтов почв и подстилающих отложений не обнаружено. Гидроморфные почвообразовательные процессы не привели к существенному изменению агрофизических свойств аллювиальных отложений и почв, вовлеченных в рисовый севооборот.

Ключевые слова: рисовый агроландшафт, почвообразовательный процесс, гранулометрический состав, агрофизические свойства, современная дельта Кубани, деградация почв

IMPACT OF LONG-TERM USE OF SOILS IN RICE AGROLANDSCAPES ON THEIR AGROPHYSICAL PROPERTIES

The soils involved in rice culture undergo a number of changes from the moment of development, regardless of the genesis. Neogenesis is determined mainly by the establishment of a specific water regime, which leads to a transformation of the orientation and intensity of soil-forming processes. Currently, it is necessary to study the transformation processes of the properties of the former rain-fed, and now soils used in rice crop rotations. The purpose of the research was to study the changes in the agrophysical parameters of the soils of rice agricultural landscapes of the Kuban in the process of agricultural use to develop methods for restoring the properties and fertility of the soils of rice fields. This article evaluates the agrophysical indicators of the soils of rice fields and rain-fed analogues in their agricultural use. The interrelation of the granulometric composition and agrophysical properties of soils when they are used in rice crop rotations, which determine the features of the soil cover of the modern Kuban delta, is revealed. The regularity of the interdependence of the density of the solid phase and the granulometric composition of the soil, which are determined by the mineralogical composition of alluvial soils and rocks, is determined. The tendency of increasing soil density with an increase in the content of physical clay and silt, as well as an increase in the density of the solid phase of soils, is noted. The density index of the solid phase of soils is the most stable over time and is taken as a constant in the corresponding calculations. In the soils under consideration, it varies in a wide range - from 2.46 (in granular sands) to 2.78 g/cm³ (in heavy clays). Studies have revealed the correspondence of each variety of granulometric composition and certain values of the density of the solid phase and their variation within narrow limits. It was found that there were no significant differences in the indicators of agrophysical properties of the subsurface horizons of soils and underlying sediments. Hydromorphic soil-forming processes did not lead to a significant change in the agrophysical properties of alluvial deposits and soils involved in rice crop rotation.

Key words: rice agrolandscape, soil-forming process, granulometric composition, agrophysical properties, modern Kuban delta, soils degradation

Введение

Данная работа является результатом многолетних исследований агрофизических свойств почв рисовых севооборотов. Необходимость этих исследований диктуется потребностями сельскохозяйственной практики. В настоящее время неизвестно, как далеко зашли процессы преобразования агрофизических свойств бывших богарных, а ныне, используемых в рисовых севооборотах почв. При этом возникает необходимость разработки методов восстановления свойств и плодородия почв рисовых полей.

Современная дельта Кубани как специфический, наиболее молодой геоморфологический элемент Кубанских равнин занимает площадь порядка 6000 км² (600 тыс. га). Основными элементами рельефа современной дельты Кубани являются грибовидные повышения вдоль действующих или угаснувших ериков, равнинные плоские пространства и замкнутые обширные плоские понижения (лиманы), которые в поводковые периоды затапливались на длительное время. Абсолютные отметки местности варьируют от 2-4 м до нулевых и даже отрицательных отметок.

Почвообразующие породы представлены современными аллювиальными отложениями различного гранулометрического состава – от песков до тяжелых глин. В западной части региона локально распространены ракушечные отложения – свидетели недавнего прошлого, когда часть территории современной дельты представляла собой мелководный залив Азовского моря.

Грунтовые воды в рассматриваемом регионе залегают в интервале 1-3 м, с диапазоном их минерализации от 0,5 г/литр до 20-40 г/литр и более.

Естественная растительность представлена на повышениях луговым, преимущественно злаковым разнотравьем, а в понижениях – осоками и тростником. По днищам лиманов сформировался слой псевдоторфа – отмерших полуразложившихся корневищ и стеблей тростника, мощность его варьирует от 20 см до 2 м.

В сложившихся естественных условиях сформировались почвы гидроморфного ряда, относящихся к аллювиальным типам: аллювиальным болотным (перегноино-глеевым, иловато-торфяно-глеевым, иловато-торфяным), аллювиальным лугово-болотным и аллювиальным луговым насыщенным (слоистым, обычным, темноцветным) [1, 4, 7, 10, 16].

Особенностью перечисленных типов почв является наличие в толще 0-2,0 м одного или нескольких погребенных почвенных горизонтов, что свидетельствует о прерывистости почвообразовательного процесса и молодости рассматриваемых почв.

Повышенные элементы рельефа сложены отло-

жениями легкого гранулометрического состава – преимущественно супесями, легкими и средними суглинками с прослойками песка. В депрессиях и бывших лиманах преимущественно распространены глинистые отложения и соответственно – глинистые почвы.

Как общую особенность отложений и почв рассматриваемого региона следует отметить отсутствие фракций в гранулометрическом составе крупнее 1 мм.

Материалы и методы

Для определения антропогенного воздействия на агрофизические свойства почв рисовых агроценозов были обобщены материалы исследований, проведенных в период 2008–2020 гг. Учитывая, что преобладающая площадь почв, вовлеченных в рисовые севообороты низовьев реки Кубани расположена в современной дельте и исследования агрофизических свойств почв проводились в данном геоморфологическом регионе. Почвенный покров исследуемой территории представлен черноземами обыкновенными, лугово-черноземными, аллювиальными луговыми почвами.

Образцы для исследований отработаны в 46 точках по изучению агрофизических свойств почв. В образцах почвы определяли и рассчитывали показатели по общепринятым методикам: гранулометрический анализ методом пипетки по Н. А. Качинскому, плотность почвы методом режущего кольца, плотность твердой фазы почвы пикнометрическим методом, общая пористость, пористость аэрации – расчетным способом [2, 5]. Оценка плотности проводилась согласно шкале С.А. Модина [6]. При изучении агрофизических свойств исследовалась толща 1,6-2,0 м, учитывая небольшую мощность гумусовых горизонтов почв 30-60 см, исследования охватывалась значительная толща почвообразующих пород [2, 5]. Аналитические данные были обработаны с применением статистических методов обработки данных [6].

Результаты и обсуждение

Исследования агрофизических свойств почв в различных агроландшафтах Краснодарского края показали, что выделенные разновидности почв значительно отличаются по агрофизическим свойствам, что в значительной степени определяет генезис почвообразующих пород.

В Краснодарском крае в первом приближении можно выделить три группы почвообразующих пород и сформировавшихся на них почв с различными агрофизическими свойствами при одинаковом гранулометрическом составе, то есть соотношение физической глины и физического песка:

- лессовидные отложения и сформировавшиеся на них зональные почвы черноземного типа, характеризующиеся высокими показателями пористости и рыхлым сложением;
- аллювиальные отложения с почвами гидромор-

фного ряда, со средними показателями плотности и пористости;

– деградированные лессовидные, делювиальные, третичные морские отложения и засоленные грунты с зональными и интразональными почвами, характеризующиеся высокой плотностью и низкой пористостью [4, 5, 9, 17].

В пределах указанных групп почв, одни и те же разновидности гранулометрического состава имеют

весьма близкие показатели агрофизических свойств. При одинаковом генезисе почвообразующих пород в зависимости от почвообразовательных и иных природных процессов (просадочность, слитогенез, осолонцевание, оглеение и т.д.) агрофизические свойства могут значительно различаться при одинаковом гранулометрическом составе [12, 13, 14]. Сравнение показателей агрофизических свойств почв различного генезиса приведено в таблице 1.

Таблица 1. Гранулометрический состав и агрофизические свойства подпахотных горизонтов различных типов почв

Показатели состава и свойств почвы	Черноземы обыкновенные	Лугово-черноземные почвы	Аллювиальные луговые почвы
Содержание физической глины, %	61	61	67
Содержание ила, %	30	34	26
Отношение ил/пыль	1,0	1,3	0,6
Плотность твердой фазы, г/см ³	2,70	2,70	2,74
Плотность сложения, г/см ³	1,33	1,57	1,34
Общая пористость, %	50,7	41,9	51,1
Пористость аэрации, %	15,7	3,7	10,6

Анализ основных показателей агрофизических свойств различных типов почв одинакового гранулометрического состава, позволил выявить значительные различия по плотности сложения и пористости аэрации.

Так, в современной дельте р. Кубань изменение основных показателей агрофизических свойств отмечено от степной зоны края, где почвообразующими породами являются относительно однородные по гранулометрическому составу лессовидные отложения. Однако в дельте Кубани значительная площадь почвенного покрова однородного гранулометрического состава является исключением. Отмечается приуроченность почв легкого гранулометрического состава к повышениям и тяжелых почв к понижениям рельефа, широко распространена слоистость – чередование слоев различного гранулометрического состава, не сглаженное относительно коротким процессом почвообразования.

Строительство рисовых оросительных систем и введение рисовых севооборотов проложило границу между процессами почвообразования почв рисовых агроценозов и богарных аналогов. Аллювиальные луговые богарные почвы стали остепняться, а почвы, используемые в рисовом севообороте различного исходного генезиса, стали развиваться в искусственно созданном лугово-болотном режиме. Вместе с тем различия в почвенных процессах фактически не затронули такой стабильный показатель как гранулометрический состав почв. Выявленного различия по гранулометрическому составу почв занятых в рисовом севообороте и богарных почв не выявлено. Почвы рисовых агро-

ценозов современной дельты в поливной период орошаются поливной водой, основным источником которой является р. Кубань. С поливной водой, приносятся илистые взвеси и остаются в почве. Казалось бы, это должно значительно повлиять на содержание ила в этих почвах [9, 11].

После строительства Краснодарского водохранилища, вода Кубани стала оставлять в его ложе более 90 % приносимого ею взвешенного материала. В нижнем бьефе водохранилища содержание ила в Кубанской воде составляет всего 20 - 30 г/м³. Но далее по течению, у Федоровского и Тиховского гидроузлов, питающих рисовые оросительные системы современной дельты, количество ила в воде за счет эрозии берегов возрастает до 50 - 100 г/м³. При средней оросительной норме для риса около 12 тыс. м³/га, в почву за год поступает около 0,7 - 1,3 т/га ила.

Приносимый с поливной водой ил распределяется фактически только в пахотном горизонте почвы и можно рассчитать его поступление в процентах относительно исходного содержания ила. При средней плотности почвы около 1,4 г/см³, вес пахотного горизонта составляет: 10000х0,24х1,4 ≈ 3500 т/га. Содержание ила в нем составляет обычно 20 - 40 % или 700 - 1400 т/га. Ежегодное поступление ила с поливной водой составляет 1/1000 или 0,1 % от исходного содержания. Потребуется не менее 100 лет ежегодного возделывания рис по рису, чтобы стало практически заметно утяжеление гранулометрического состава почв рисовых полей за счет приноса ила с поливной водой. Этот процесс утяжеления почв замедленный и практически не выражен [10, 16].

Анализ проведенных исследований позволил установить ведущую роль в количественных показателях состава физической глины, а именно – содержания в ней илистой фракции (частиц размером $<0,001\text{мм}$) или соотношения ил/пыль (частиц размером $0,01 - 0,001\text{мм}$). По этим показателям описанные ранее три типа почв значительно различаются в пределах одной и той же разновидности гранулометрического состава. Соотношение ила и пыли в физическом плане может служить мощным инструментом в изучении и количественной оценки водно-физических свойств. Отмечено, что относительное содержание илистой фракции определяется не только параметры водно-физических

свойств, но и такими агрохимическими свойствами, как величина и состав емкости поглощения, запасы и формы подвижных питательных элементов, содержание и состав гумуса.

В богарных и почвах рисовых севооборотов современной дельты Кубани, сформировавшихся на аллювиальных отложениях, выявлено закономерное возрастание отношения ил: пыль с утяжелением гранулометрического состава, то есть возрастанием содержания физической глины. Статистическая обработка данных гранулометрического состава позволила выявить средние значения отношения ил: пыль для всех разновидностей почв по гранулометрическому составу (табл. 2).

Таблица 2. Зависимость содержания ила и отношения ил/пыль от содержания физической глины в почвах и аллювиальных отложениях современной дельты Кубани

Разновидности почв по гранулометрическому составу	Содержание физической глины, % (ФГ)	Содержание ила, % (и)	Содержание пыли, % (п)	Отношение ил:пыль (Кип)	Содержание ила в % от содержания физической глины, И
Песчаные	<10	<1	>9	$<0,1$	<10
Супесчаные	10-20	1-3	9-17	0,1-0,18	10-15
Легкосуглинистые	20-30	3-6	17-24	0,18-0,23	15-20
Среднесуглинистые	30-45	6-12	24-33	0,25-0,36	20-27
Тяжелосуглинистые	45-60	12-21	33-40	0,36-0,50	27-35
Легкоглинистые	60-75	21-31	40-44	0,50-0,70	35-42
Среднесуглинистые	75-85	31-41	≤ 44	0,70-0,93	42-48
Тяжелоглинистые	> 85	41-56	≤ 44	0,93-1,27	48-55

Приведенная зависимость отношения ил / пыль (Кип) от содержания физической глины (ФГ) графически имеет вид экспоненты и с достаточной точностью описывается эмпирическим уравнением:

$$\text{Кип} = e^{[\text{ФГ}/40-2,2]}, \quad (1)$$

из формулы (1) следует:

$$\text{LnКип} = (\text{ФГ} : 40) - 2,2, \quad (2)$$

$$\text{ФГ} = (\text{Ln Кип} + 2,2) \cdot 40, \quad (3)$$

где e – основание натурального логарифма;

Ln – натуральный логарифм.

Значительно проще имеет вид зависимость содержания ила в % от содержания физической глины – вид арифметической прогрессии (прямая на графике) и выражается уравнением:

$$\text{И} = (0,5 \text{ ФГ} + 5), \quad (4)$$

где И – ил в % от содержания физической глины (ФГ).

Таким образом, из выше указанного следует:

– каждой разновидности гранулометрическо-

го состава рассматриваемых почв соответствует определенное в узких пределах отношение фракций ил / пыль;

– содержание ила в каждой разновидности гранулометрического состава определяется содержанием физической глины;

– количественному изменению содержания физической глины соответствует качественное изменение ее состава, а именно – содержание в ней ила.

Показатель плотности твердой фазы почв является наиболее стабильным во времени и в соответствующих расчетах принимается как константа. В рассматриваемых почвах он варьирует в широком диапазоне – от 2,46 (в зернистых песках) до 2,78 г/см³ (в тяжелых глинах). Исследования позволили выявить соответствие каждой разновидности гранулометрического состава и определенных величин плотности твердой фазы и их варьирование в узких пределах (табл. 3).

Таблица 3. Зависимость плотности твердой фазы и плотности сложения почв от содержания физической глины

Разновидности почв по гранулометрическому составу	Содержание физической глины, % (ФГ)	Плотность твердой фазы почв, г/см ³ (d)	Пределы варьирования плотности почв, г/см ³ (d _л)
Песчаные	< 0	2,46-2,62	1,08-1,42
Супесчаные	10-20	2,62-2,66	1,16-1,43
Легкосуглинистые	20-30	2,66-2,68	1,17-1,43
Среднесуглинистые	30-45	2,68-2,71	1,19-1,44
Тяжелосуглинистые	45-60	2,71-2,73	1,22-1,46
Легкоглинистые	60-75	2,73-2,75	1,25-1,50
Среднесуглинистые	75-85	2,75-2,76	1,30-1,55
Тяжелоглинистые	> 85	2,76-2,78	1,40-1,62

Графически зависимость плотности твердой фазы почв от содержания физической глины имеет вид экспоненты. Она с достаточной точностью описывается эмпирическими уравнениями:

$$d = e^{(\ln \Phi Г + 36) : 40}, \quad (5)$$

$$40 \ln d = (\ln \Phi Г + 36), \quad (6)$$

где $\ln$ – натуральный логарифм,

e – основание натурального логарифма.

Зависимость плотности твердой фазы почвогрунтов от состава физической глины, а конкретнее от отношения ил: пыль графически также имеет вид экспоненты и описывается эмпирическим уравнением:

$$d = 2,766 + (\ln \text{Ки:п} : 16), \quad (7)$$

Из уравнения (7) следует:

$$\text{Ки:п} = e^{(d - 2,766) / 16}, \quad (8)$$

В уравнениях (5–8) размерность величин следующая:

ФГ – в %, Ки:п – в долях единицы, d – в г/см³.

Данные уравнения выведены на основании обобщения определений плотности твердой фазы почв и гранулометрического состава имеют статистический характер. Отклонение полученных результатов величины плотности твердой фазы почвы от рассчитанных по уравнениям (5) и (7) следует расценивать как аномалию, требующую детального рассмотрения.

Приведенные уравнения с достаточной точностью ($P \geq 85$ %) позволяют рассчитать величину плотности твердой фазы по данным гранулометрического состава почв. Это имеет практическую значимость так как анализы по определению гранулометрического состава обычно выполняются в больших количествах, определения плотности в небольшом объеме.

Сущность выявленных закономерностей взаимозависимости плотности твердой фазы и гранулометрического состава почв, заключается в минералогическом составе аллювиальных почв и пород. Физическая глина является компонентом, включающим сложные высокомолекулярные минералы с плотностью 2,7–5,2 г/см³ – мусковиты и биотиты, роговые обманки и авгиты, турциты и различные железистые соединения (гематит, лимонит, магнетит) и др. Физический песок включает в основном более простые соединения с плотностью

2,4 – 2,6 г/см³ – кварц, каолинит, ортоклаз, микроклин и др. С возрастанием содержания в почвах физической глины и ила пропорционально возрастает плотность твердой фазы и наоборот – с увеличением содержания физического песка величина плотности твердой фазы уменьшается.

Плотность сложения почвы является одной из важнейших характеристик агрофизических показателей почв, определяющих величины других показателей – пористости, влагоемкости, водоотдачи и водопроницаемости. Она не является постоянной и подвержена в богарных условиях сезонным циклическим изменениям, когда минимальные значения ее соответствуют весеннему неравновесному состоянию почвы, а максимальные – равновесному осеннему состоянию, а также между указанными сезонами нестабильный водный режим приводит к существенной динамике плотности почв [11].

Определение плотности почв одинакового генезиса и гранулометрического состава при различной естественной влажности показало большие различия по результатам исследований. Поэтому при статистической обработке данных по плотности использовались ее величины, полученные при влажности, равной наименьшей влагоемкости (НВ). Отметим, что если почва обладала склонностью к набуханию, то при влажности равной НВ это свойство полностью проявлялось. Несмотря на указанное ограничение по влажности, варьирование величин плотности одинаковых по гранулометрическому составу почв было значительным. Это связано с изучением агрофизических свойств в течении всего теплого периода года (с апреля по октябрь), когда происходили сезонные изменения водно-физических свойств. Из приведенных данных прослеживается тенденция увеличения плотности почв и содержания физической глины, ила, а также возрастанием плотности твердой фазы почв. Но перечисленные характеристики, в отличие от плотности почвы, стабильны во времени. Поэтому четкой, математически выраженной зависимости Y от ФГ, ила и плотности твердой фазы быть не может.

Большое количество исходных данных позволило выявить не менее важную закономерность: при

относительно однородном гранулометрическом составе почв выявляется тенденция возрастания плотности сложения с глубиной (табл. 4).

Согласно оценочной шкале уплотненности почв С.А. Модина, плотность почв песчаного, легкосуглинистого и среднесуглинистого гранулометрического состава в течении вегетационного периода

(май-сентябрь) оценивается от очень рыхлой до среднеплотной, легко- и средне-глинистого состава – от рыхлой до плотной, тяжело-глинистого состава – от среднеплотной до очень плотной и наименьшими значениями плотности, естественно характеризуются пахотные горизонты почв всех разновидностей гранулометрического состава [6].

Таблица 4. Изменение средних показателей плотности по профилю аллювиальных луговых почв современной дельты Кубани

Усредненные мощности генетических горизонтов, см	Содержание глины, %							
	<10	10-20	20-30	30-45	45-60	60-75	75-85	>85
	Плотность сложения, г/см ³							
0–23	<1,15	<1,16	<1,22	<1,19	<1,22	<1,25	<1,30	<1,40
23–45	1,15-1,24	1,16-1,25	1,22-1,30	1,19-1,28	1,22-1,30	1,25-1,34	1,30-1,40	1,40-1,45
45–70	1,24-1,32	1,25-1,32	1,30-1,37	1,28-1,35	1,30-1,37	1,34-1,41	1,40-1,48	1,45-1,52
70–100	1,32-1,37	1,32-1,38	1,37-1,42	1,35-1,40	1,37-1,42	1,41-1,45	1,48-1,52	1,52-1,57
100–150	1,37-1,41	1,38-1,42	1,42-1,45	1,40-1,43	1,42-1,45	1,45-1,48	1,52-1,54	1,57-1,61
150–200	1,41-1,42	1,42-1,43	1,45-1,46	1,43-1,44	1,45-1,46	1,48-1,50	1,54-1,55	1,61-1,62

Выводы

Основные показатели агрофизических свойств и гранулометрический состав почв рисовых агроландшафтов современной дельты Кубани отличаются от степной зоны края, это отличие зависит от элементов рельефа и состава почвообразующих пород. Приуроченность почв легкого гранулометрического состава к повышениям и тяжелых почв к понижениям рельефа, а также чередование слоев различного гранулометрического состава.

Введение рисовых севооборотов после строительства рисовых оросительных систем проложит

ло границу между процессами почвообразования почв рисовых агроценозов и богарных аналогов, но не затронули стабильный показатель – гранулометрический состав. Выявлены закономерности взаимозависимости плотности твердой фазы и гранулометрического состава почвы, которые зависят от минералогического состава аллювиальных почв и пород. Наблюдается возрастание плотности сложения почв рисовых полей с увеличением содержания физической глины и ила, а также возрастанием плотности твердой фазы почв.

ЛИТЕРАТУРА

1. Блажний, Е. С. Почвы дельты реки Кубани и прилегающих пространств [Текст] / Е. С. Блажний – Краснодар: К1. Блажний, Е. С. Почвы дельты реки Кубани и прилегающих пространств [Текст] / Е. С. Блажний – Краснодар: Кн. изд-во, 1971. – 276 с.
2. Вадюнина, А.Ф. Методы исследования физических свойств почв. [Текст]: [учебное пособие] / Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. - Москва: Агропромиздат, 1986. - 415 с.
3. Вальков, В. Ф. Почвы Краснодарского края, их использование и охрана [Текст] / В. Ф. Вальков, Ю. А. Штомпель, И. Т. Трубилин и др. Ростов-на-Дону: Изд-во СКНЦ ВШ, 1996. – 192 с.
4. Власенко, В. П. Деградационное изменение физического состояния почв Азово-Кубанской равнины / В.П. Власенко, А.В. Осипов, Е.Д. Федашук // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2017. – № 69. – С. 118–123.
5. ГОСТ 5180-84 Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик. – Введ. 1985-07-01. – М.: Стандартиформ -2005.
6. Дзюба, В.А. Планирование многофакторных опытов и методы статистической обработки экспериментальных данных: методические рекомендации [Текст] / В.А. Дзюба, Б.Н. Шемелев. – Краснодар, 2004. – 83 с.
7. Ковда, В. А. Разработка системы мероприятий по длительному поддержанию благоприятной почвенно-мелиоративной обстановки в условиях Нижней дельты Кубани [Текст] / В. А. Ковда, Б. Г. Розанов, С. А. Николаева – М.: МГУ, 1981. – 341 с.
8. Модин, С.А. Изучение водно-физических свойств почв для мелиоративного строительства [текст]: Пособие к ВСН 33-2.1.02-85 / С.А. Модин. - М. : Союзгипроводхоз, 1986. - 159 с.
9. Николаева, С. А. Мелиорация плавневых почв дельты Кубани и орошение почв равнинной зоны Кавказа / С. А. Николаева, Н. П. Андреев, В. Д. Дерюжинская // – М.: Наука, 1986. – С.174–181.
10. Осипов, А. В. Изменение свойств и солевого режима почв Современной дельты реки Кубани: монография / А. В. Осипов; под общ. ред. В. Н. Слюсарева. – Краснодар : КубГАУ, 2016. – 131 с.
11. Слюсарев, В. Н. Современное состояние почв Северо-Западного Кавказа / В. Н. Слюсарев, Л. М. Онищенко,

А. В. Осипов // Труды Кубанского государственного аграрного университета, 2013. - № 42. - С. 99–103.

12. Цховребов, В. С. Глобальные изменения почвообразовательного процесса в условиях агроценозов / В. С. Цховребов, В. И. Фаизова, Д. В. Калугин, А. М. Никифорова // Почвенный покров – национальное достояние народа: сб. ст. по материалам Всерос. науч. – практ. конф., посвященной 50-летию Дагестанского Отделения Общества им. В. В. Докучаева. – АЛЕФ: Махачкала, 2012. - С. 134–137.

13. Цховребов, В. С., Подтопление и засоление почв в АПК «Крымгиреевское» / В. С. Цховребов, Грищенко Ю. В., Никифорова А. М. // Современные ресурсосберегающие инновационные технологии возделывания сельскохозяйственных культур в Северо-Кавказском федеральном округе: сборник научных статей по материалам 80-й науч. - практ. конф., - Ставрополь: Параграф, 2016. - С. 188–189.

14. Шеуджен, А.Х. Морфологические, физические и физико-химические свойства почв рисовых агроландшафтов Кубани / А.Х. Шеуджен, О.А. Гуторова, Л. Мюллер, У. Шиндлер // Новые методы и результаты исследований ландшафтов в Европе, Центральной Азии и Сибири. Монография в 5 томах. Под редакцией В.Г. Сычева, Л. Мюллера. Москва, 2018. - С. 118–122.

15. Gutorova, O.A. Morphogenetic Features of Rice Meadow-Chernozemic Soil / O.A. Gutorova, A. Kh. Sheudzhen // Russian Agricultura Sciences. - 2016. - Vol. 42. - № 5. - p. 353–356.

16. Osipov, A.V. Anthropogenic impact on grain-size distribution and agrophysical properties of soils of cultivated rice lands of Kuban /A.V. Osipov, V.N. Slyusarev, V.P. Vlasenko, I.I. Suminski // В сборнике: E3S Web of Conferences. 1. Сер. «1st International Scientific and Practical Conference «Innovative Technologies in Environmental Engineering and Agroecosystems», ITEEA 2021» 2021.

17. Vlasenko, V.P. Diagnosis of human-induced degradation of soil of the Azov-Cuban lowland / V.P. Vlasenko, A.V. Osipov, V.N. Slyusarev // В сборнике: E3S Web of Conferences. 1. Сер. «1st International Scientific and Practical Conference «Innovative Technologies in Environmental Engineering and Agroecosystems», ITEEA 2021» 2021.

REFERENCES

1. Blazhny, E. S. Soils of the Kuban River delta and adjacent spaces [Text] / E. S. Blazhny - Krasnodar: Publishing house, 1971. - 276 p.

2. Vadyunina, A.F. Methods of investigation of physical properties of soils. [Text]: [textbook] / Vadyunina A.F., Korchagina Z.A. - Moscow: Agropromizdat, 1986. - 415 p.

3. Valkov, V. F. Soils of the Krasnodar Territory, their use and protection [Text] / V. F. Valkov, Yu. A. Shtompel, I. T. Trublin et al. Rostov-on-Don: Publishing House of the Higher School of Economics, 1996 - 192s.

4. Vlasenko, V.P. Degradation change in the physical state of soils of the Azov-Kuban Plain / V.P. Vlasenko, A.V. Osipov, E.D. Fedashchuk // Proceedings of the Kuban State Agrarian University. –2017. –№ 69. – P. 118–123.

5. Vlasenko V.P. Diagnosis of human-induced degradation of soil of the Azov-Cuban lowland / V.P. Vlasenko, A.V. Osipov, V.N. Slyusarev // В сборнике: E3S Web of Conferences. 1. Сер. «1st International Scientific and Practical Conference «Innovative Technologies in Environmental Engineering and Agroecosystems», ITEEA 2021» 2021.

6. GOST 5180-84 Soils. Methods for laboratory determination of physical characteristics. - Intr. 1985-07-01. - М.: Standartinform -2005.

7. Gutorova, O.A. Morphogenetic Features of Rice Meadow-Chernozemic Soil / O.A. Gutorova, A. Kh. Sheudzhen // Russian Agricultura Sciences. - 2016. - Vol. 42. - № 5. - P. 353–356.

8. Dzyuba, V.A. Planning of multifactor experiments and methods of statistical processing of experimental data: guidelines / V.A. Dzyuba, B.N. Shemelev. - Krasnodar, 2004. - 83 p.

9. Kovda, V.A. Development of a system of measures for long-term maintenance of a favorable soil-reclamation situation in the conditions of the Lower Kuban Delta / V. A. Kovda, B.G. Rozanov, S.A. Nikolaeva - М.: MSU, 1981. – 341 p.

10. Modin, S.A. Study of water-physical properties of soils for reclamation construction [text]: Manual to VSN 33-2.1.02-85 / S.A. Modin. - М. : Soyuzgiprovdokhoz, 1986. - 159 p.

11. Nikolaeva, S.A. Reclamation of floodplain soils of the Kuban delta and irrigation of soils of the plain zone of the Caucasus/ S. A. Nikolaeva, N. P. Andreev, V.D. Deryuzhinskaya // – М.: Science, 1986. – P. 174–181.

12. Osipov, A. V. Changes in the properties and salt regime of soils in the Modern Delta of the Kuban River: monograph / A. V. Osipov; under total editorship of V. N. Slyusarev - Krasnodar: KubSAU, 2016. - 131 p.

13. Osipov, A.V. Anthropogenic impact on grain-size distribution and agrophysical properties of soils of cultivated rice lands of Kuban /A.V. Osipov, V.N. Slyusarev, V.P. Vlasenko, I.I. Suminski // В сборнике: E3S Web of Conferences. 1. Сер. «1st International Scientific and Practical Conference «Innovative Technologies in Environmental Engineering and Agroecosystems», ITEEA 2021» 2021.

14. Slyusarev, V.N. Current state of soils in the Northwestern Caucasus/ V. N. Slyusarev, L. M. Onischenko, A. V. Osipov // Proceedings of Kuban State Agrarian University, 2013. - № 42. - P. 99–103.

15. Tskhovrebov, V.S. Global changes in the soil-forming process under conditions of agroecosystems / V.S. Tskhovrebov, V. I. Faizova, D. V. Kalugin, A. M. Nikiforova // Soil cover is the national heritage of the people: Collection of articles based on the materials of the All-Russian scientific and practical Conference, dedicated to the 50th anniversary of the Dagestan Branch of the V. V. Dokuchaev Society. ALEPH. Makhachkala, 2012. - P. 134–137.

16. Tskhovrebov, V. S., Flooding and salinization of soils in the agro-industrial complex “Krymgireevskoe” / V. S. Tskhovrebov, Grishchenko Yu. V., Nikiforova A.M. // Modern resource-saving innovative technologies of cultivation of agricultural crops in the North Caucasus Federal District: a collection of scientific articles based on the materials of the

80th Scientific. - practical conf., - Stavropol: Paragraph, 2016. - P. 188-189.

17. Sheudzhen, A.Kh. Morphological, physical and physico-chemical properties of soils of rice agricultural landscapes in Kuban / A.Kh. Sheudzhen, O.A. Gutorova, L. Müller, W. Schindler // New methods and results of landscape studies in Europe, Central Asia and Siberia. Monograph in 5 volumes. Edited by V.G. Sychev, L. Muller. Moscow, 2018. - P. 118-122

Валерий Никифорович Слюсарев

Профессор кафедры почвоведения
Кубанского ГАУ
E-mail: vskubsoil@gmail.com

Valery Nikiforovich Slyusarev

Professor of the Department of Soil Science
Kuban State Agrarian University
E-mail: vskubsoil@gmail.com

Александр Валентинович Осипов

Доцент кафедры почвоведения Кубанского ГАУ
E-mail: kubsoil@mail.ru

Alexander Valentinovich Osipov

Associate professor of the department of soil science
Kuban State Agrarian University
E-mail: kubsoil@mail.ru

Игорь Игоревич Сумиский

Ассистент кафедры почвоведения
Кубанского ГАУ
E-mail: kubsoil@mail.ru

Igor Igorevich Sumisky

Assistant of the Department of Soil Science
Kuban State Agrarian University
E-mail: kubsoil@mail.ru

Сусанна Аслановна Тешева

Ведущий научный сотрудник лаборатории
семеноводства и семеноведения ФГБНУ
«ФНЦ риса»,
доцент кафедры почвоведения Кубанского ГАУ
E-mail: satecheva@mail.ru

Susanna Aslanovna Tesheva

Leading researcher of the laboratory of seed
production and seed science FSBSI Federal Scientific
Rice Centre, associate professor of the department of
soil science,
Kuban State Agrarian University
E-mail: satecheva@mail.ru

ФГБНУ «ФНЦ риса»

350091, Россия, г. Краснодар, пос. Белозерный, 3
E-mail: arri_kub@mail.ru

FSBSI Federal Scientific Rice Centre

3, Belozerniy, Krasnodar, 350921, Russia
E-mail: arri_kub@mail.ru

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

Federal State Budgetary Education Institution of
Higher Education «Kuban State Agrarian University
named after I.T. Trubilin
13, Kalinina st., Krasnodar, 350044, Russia

DOI 10.33775/1684-2464-2022-54-1-41-45
УДК: 581.2:631.5:632.4.01:632.934:632.952

Брагина О.А., канд. биол. наук,
Оглы А.М.,
Бородин Д.Ю.
г. Краснодар, Россия,

РЕЗУЛЬТАТЫ ДЕМОНСТРАЦИОННЫХ ИСПЫТАНИЙ ФУНГИЦИДА АМИСТАР ТОП ПРИ ЗАЩИТЕ РИСА ОТ ПИРИКУЛЯРИОЗА

В этом исследовании в полевых условиях проверяли эффективность фунгицида Амистар Топ, КС двухкомпонентный, контактно-системный фунгицид широкого спектра действия с профилактическими, лечебными свойствами (200 г/л азоксистробин 125 г/л дифеноконазол) против возбудителя пирикуляриоза при различных схемах обработки. Высокие результаты получены по следующей схеме: Амистар Топ, КС 1,0 л/га обработка в фазу кущения (8-9 листьев) и вторая обработка флаговый лист - появление метёлки. Интенсивность развития метельчатой формы пирикуляриоза перед уборкой в данной схеме составила – 36,7 %, урожайность соответственно – 96,7 ц/га. Хорошие результаты получены по схеме Амистар Топ, КС 1,0 л/га, в фазу кущения и по первым симптомам – интенсивность развития метельчатой формы пирикуляриоза составила 40,0 %, урожайность – 88,1 ц/га. Амистар Топ, КС 1,0 л/га по первым симптомам – интенсивность развития метельчатой формы пирикуляриоза – 43,7 %, урожайность – 89,7 ц/га. В контрольном варианте (без обработки) интенсивность развития метельчатой формы пирикуляриоза составила 55,5 %, урожайность – 77,5 ц/га. Рис поражается широким спектром вредных организмов, которые существенно снижают урожайность и качество зерна. Основную роль среди экономически значимых заболеваний играет пирикуляриоз. Болезнь вызывается несовершенным грибом *Pyricularia oryzae* Cav., который поражает все надземные части растения-хозяина, вызывая отмирание тканей. Для разработки эффективных мер борьбы против этого заболевания необходимо знать биологические особенности развития патогена: спороношение начинается при температуре выше 10°C, интенсивность его увеличивается с повышением температуры, достигая максимума при 25-28°C, а при 35°C оно практически прекращается. Образование спор возрастает по мере увеличения влажности воздуха выше 93-95 %. Для борьбы с пирикуляриозом широко применяют химические меры. В настоящее время лидирующую позицию занимают системные фунгициды, отличающиеся высокой биологической активностью и длительным защитным действием.

Ключевые слова: пирикуляриоз риса, эффективность фунгицида, посевы риса, патоген.

RESULTS OF AMISTAR TOP DEMONSTRATION TESTS FOR RICE PROTECTION AGAINST PYRICULARIASIS

In this field study, the effectiveness of the fungicide Amistar Top, CS, a two-component, broad-spectrum contact-systemic fungicide with preventive, curative properties (200 g/l azoxystrobin 125 g/l difenoconazole) was tested against the causative agent of blast at various treatment schemes. High results were obtained according to the following scheme: Amistar Top, SC 1.0 l/ha treatment in the tillering phase (8-9 leaves) and the second treatment flag leaf-panicle emergence. The intensity of the development of the panicle form of blast before harvesting in this scheme was 36.7%, the yield, respectively, was 96.7 q/ha. - the intensity of the development of the panicle form of blast was 40.0%, the yield was 88.1 q/ha. Amistar Top, SC 1.0 l/ha according to the first symptoms - the intensity of the development of the panicle form of blast - 43.7%, the yield - 89.7 centners / ha. In the control variant (without treatment), the intensity of development of the panicle form of blast was 55.5%, the yield was 77.5 q/ha. Rice is affected by a wide range of pests that significantly reduce the yield and quality of grain. The main role among economically significant diseases is played by blast. The disease is caused by the imperfect fungus *Pyricularia oryzae* Cav., which infects all aboveground parts of the host plant, causing tissue death. Increase in temperature, reaching a maximum at 25 - 28 ° C, and it practically stops at 35 ° C. The formation of spores increases as the air humidity rises above 93-95%. Chemical measures are widely used to combat blast. Currently, the leading position is occupied by systemic fungicides, which are characterized by high biological activity and long-term protective action.

Keywords: rice blast, fungicide efficiency, rice crops, pathogen.

Введение

Заболевание риса «пирикулярриоз», вызванное грибковым возбудителем *Pyricularia* огузае Sav., является серьезным препятствием для производства риса на мировом уровне. Сообщения о нем поступили из более чем 80 стран [6, 11, 12]. Заражение может происходить в течение всего периода вегетации риса от кущения до образования метелок и формирования зерна [1-2,10]. Различают листовую, узловую и метельчатую формы болезни. Первоначально заболевание появляется на листьях и листовых влагалищах, по мере развития растения – на стеблевых узлах и метелке. Внешние признаки проявления болезни разнообразны и зависят в основном от поражаемого органа, сортовых особенностей и от условий, при которых протекает развитие болезни [4, 5]. При благоприятной для развития пирикулярриоза погоде на растениях возможно наличие одновременно двух или всех трех форм проявления болезни [8].

На протяжении многих лет в качестве стратегии борьбы с пирикулярриозом применяются агротехнические, химические меры борьбы и генетическая резистентность генотипов. Опыт использования устойчивых сортов показал, что у пирикулярриоза за несколько лет культивирования выработались новые механизмы преодоления устойчивости [13]. С другой стороны, постоянное использование мо-

лекул фунгицидов с одинаковым механизмом действия для борьбы с пирикулярриозом риса привело к развитию резистентности у патогена [9]. Поэтому необходим поиск новых фунгицидов с другим механизмом действия, позволяющих задержать развитие резистентности у гриба и эффективно бороться с заболеванием.

Цель исследований

Оценить эффективность фунгицида Амистар Топ, КС против пирикулярриоза на посевах риса.

Материалы и методы

В 2020 г. проводили испытания фунгицида Амистар Топ, КС (200 г/л азоксистробин 125 г/л дифеноконазол). Исследования осуществлялись в условиях полевого опыта на рисовой оросительной системе ЭСОС «Красная» ФНЦ риса Красноармейского района по предшественнику люцерны 2-х лет. Сорт риса – Рапан. Площадь делянки 18 м², повторность двукратная, норма высева 7 млн. всхожих зерен/га. Контроль развития болезни на посевах риса осуществляли согласно общепринятым методикам [3]. Учеты поражения растений риса проводили по десятибалльной шкале Международного института риса. По результатам оценки сорта классифицировали на устойчивые - интенсивность развития болезни (ИРБ) 0-25 %; среднеустойчивые – ИРБ – 25,1-50 %; восприимчивые - ИРБ>50 % [7].

Схема опыта:

Вариант	Препарат	Норма расхода, л/га	Срок внесения
1	Амистар Топ, КС	1,0	В фазу кущения (8-9 листьев) Первые симптомы пирикулярриоза
	Амистар Топ, КС	1,0	
2	Амистар Топ, КС	1,0	Обработка по первым симптомам
3	Амистар Топ, КС	1,0	В фазу кущения (8-9 листьев)
	Амистар Топ, КС	1,0	Флаговый лист появление метелки
4	Контроль	-	без обработки

Погодные условия 2020 года способствовали интенсивному развитию пирикулярриоза (табл. 1), первые пятна появились во второй декаде июля, среднесуточная температура воздуха была 24,6°С,

продолжительная роса в течение 7-10 часов (справочно – для заражения оптимальными являются продолжительность росяного периода 10-12 часов и температура воздуха – 20-28°С).

Таблица 1. Метеорологические данные периода вегетации 2020 г. (метеостанция «СХП» им. П.П. Лукьяненко)

Месяц	Декада	Температура воздуха		Осадки, мм		Влажность листа, мин.
		средняя многолетняя	2020 год	средние многолетние	2020 год	2020 год
Май	1	15,0	15,7	18,0	46,0	648
	2	16,8	17,3	19,0	0,8	534
	3	18,5	16,6	20,0	49,2	679
Июнь	1	19,5	21,3	22,0	12,0	210
	2	20,4	23,6	23,0	81,2	204
	3	21,3	24,4	22,0	2,8	6
Июль	1	22,5	27,3	21,0	11,8	422
	2	23,2	24,6	20,0	31,0	433
	3	23,8	25,4	19,0	28,2	621

Продолжение таблицы 1

Месяц	Декада	Температура воздуха		Осадки, мм		Влажность листа, мин.
		средняя многолетняя	2020 год	средние многолетние	2020 год	2020 год
Август	1	23,7	25,3	17,0	5,0	32
	2	22,7	22,9	15,0	0,0	269
	3	21,6	23,3	15,0	0,0	485
Сентябрь	1	19,3	23,6	13,0	0,0	216
	2	17,4	20,1	12,0	0,0	0
	3	15,6	19,9	13,0	0,0	2

Результаты и обсуждение

В полевом опыте на сорте риса Рапан проведена оценка биологической и хозяйственной эффективности препарата Амистар Топ, КС. В борьбе с пирикулярриозом риса были применены три схемы

обработки данным препаратом. Результаты учетов поражения растений риса болезнью и характеристика сорта Рапан по биометрическим признакам и густоте продуктивного стеблестоя приведены в таблице 2 и 3.

Таблица 2. Интенсивность развития и распространенность пирикулярриоза риса, ЭСОС «Красная», 2020 г.

№ п/п	Вариант	Интенсивность развития болезни, %		Распространенность пирикулярриоза, %	
		03.08 листовая форма	10.09 метельч. форма	03.08 листовая форма	10.09 метельч. форма
1	Амистар Топ, КС 1,0 л/га, в фазу кущения и по первым симптомам	27,8	40,0	80,0	32,2
2	Амистар Топ, КС 1,0 л/га, по первым симптомам	27,8	43,7	80,3	33,3
3	Амистар Топ, КС 1,0 л/га, в фазу кущения, флаговый лист появление метёлки	23,3	36,7	76,0	23,3
4	Контроль	44,4	55,5	90,0	50,0

Интенсивность развития пирикулярриоза метельчатой формы в контрольном варианте составила 55,5 %, на делянках, обработанных Амистар Топ, КС по схеме опыта вариант 1 составила 40,0 %;

вариант 2 – 43,7 % и вариант 3 – 36,7 %. Распространенность метельчатой формы пирикулярриоза по всем вариантам опыта варьировала от 23,3 до 50,0 %; листовой - от 76,0 до 90 %.

Таблица 3. Биометрические показатели сорта Рапан и густота продуктивного стеблестоя при различных вариантах обработки посева фунгицидом Амистар Топ, КС (ЭСОС Красная), 2020 г.

Вариант	Густота стеблестоя, шт./м²	Высота растения, см	Коеф. общего кущения, ед.	Главная метёлка				Масса зерна с растения, г	Масса 1000 зёрен, г	Кхоз.
				Длина, см	Всего колосков, шт.	Пустозерность, %	Масса зерна, г			
1	426	86,3	1,0	14,4	129	43,2	1,6	1,6	25,8	0,49
2	414	85,1	1,0	14,4	128	44,7	1,5	1,5	25,9	0,48
3	435	87,8	1,4	15,5	129	39,3	2,2	2,8	27,6	0,51
4	434	86,1	1,2	13,5	125	51,2	1,2	1,3	25,8	0,47

Густота продуктивного стеблестоя слабо изменяется по вариантам опыта (414 – 435 шт./м²), что минимизирует влияние данного фактора на результаты испытаний. Высота растений по всем

вариантам опыта варьировала в пределах 85,1 – 87,8 см. Озерненность метёлки варьировала от 125 до 129 колосков, при этом пустозёрность была в пределах 39,3 - 44,7 % по вариантам с обработ-

кой, а на контроле она самая высокая 51,2 %, что связано с поражением метёлок пирикулярриозом. Наименьшее количество стерильных колосков получено на варианте 3 (Амистар Топ, КС 1,0 л/га, в фазу кущения, флаговый лист появление метёлки). Масса 1000 зёрен от 25,8 – 27,6 г. Уборочный индекс (Кхоз), отражающий долю зерна в общей

надземной биомассе, снижается до 0,48 – 0,49 на вариантах 1,2 и на контроле до 0,47. Третий вариант характеризуется более высоким уборочным индексом – 0,51.

Хозяйственная эффективность фунгицида Амистар Топ на посевах сорта риса Рапан представлена в таблице 4.

Таблица 4. Хозяйственная эффективность фунгицида Амистар Топ, КС (ФГБУ ЭСОС «Красная»), 2020 г.

№ п/п	Вариант	Урожайность, ц/га	Величина сохраненного урожая, ц/га	Прибавка урожая к контролю, %
1	Амистар Топ, КС 1,0 л/га, в фазу кущения и по первым симптомам	88,1	10,6	13,7
2	Амистар Топ, КС 1,0 л/га, по первым симптомам	89,7	12,2	15,7
3	Амистар Топ, КС 1,0 л/га, в фазу кущения, флаговый лист появление метёлки	96,7	19,2	24,8
4	Контроль (без обработки)	77,5	-	-

Хорошие результаты получены по следующей схеме: Амистар Топ, КС 1,0 л/га обработка в фазу кущения (8-9 листьев) и вторая обработка флаговый лист-появление метёлки. Интенсивность развития метельчатой формы пирикулярриоза перед уборкой в данной схеме составила – 36,7 %, урожайность соответственно – 96,7 ц/га.

Неплохие результаты получены по схеме Амистар Топ, КС 1,0 л/га, в фазу кущения и по первым симптомам – интенсивность развития метельчатой формы пирикулярриоза составила 40,0 %, урожайность – 88,1 ц/га. Амистар Топ, КС 1,0 л/га по первым симптомам – интенсивность развития метельчатой формы

пирикулярриоза – 43,7 %, урожайность – 89,7 ц/га.

В контрольном варианте (без обработки) интенсивность развития метельчатой формы пирикулярриоза составила 55,5 %, урожайность – 77,5 ц/га.

Выводы

Фунгицид Амистар Топ, КС в мелкоделяночном опыте при первой обработке растений риса в фазу кущения и второй – флаговый лист появление метёлки показал более высокую биологическую и хозяйственную эффективность в защите посевов риса от *Piricularia oryzae* Cav. при норме расхода 1,0 л/га в сравнении с другими вариантами при такой же норме расхода.

ЛИТЕРАТУРА

- Брагина, О.А. Устойчивость сортов риса к возбудителю пирикулярриоза в различных агроэкологических условиях Краснодарского края / О.А. Брагина, А.М. Оглы // Труды КубГАУ. – Краснодар, 2020. – № 84. – С. 95-99.
- Зеленский, Г. Л. Иммунологическая защита сельскохозяйственных культур от болезней: теория и практика / Г.Л. Зеленский // Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 125-летию со дня рождения Н. И. Вавилова. – Большие Вяземы, 2012. – С. 427-440.
- Рекомендации по комплексной защите сельскохозяйственных культур от вредителей, болезней и сорной растительности в Краснодарском крае на 2006-2012 гг. – Краснодар, 2006. – С. 198.
- Ballini, E. A genome- wide meta-analysis of rice blast resistance genes and quantitative trait loci provides new insights into partial and complete resistance / E. Ballini, J. B. Morel, G. Droc et al. // Molecular Plant-Microbe Interactions. – 2008. – V. 21. – P. 859-868.
- Bonman, J.M. Rice Blast. / J.M. Bonman // In: Compendium of Rice Diseases. Eds. R. K. Webster and P.S. Gunnel. American Phytopathological Society Press. St. Paul, Minnesota. USA. – 1992. – P. 14-18.
- CABI Invasive Species Compendium: Magnaportheoryzae (rice blast disease) / Wallingford, UK: CAB International, 2018. Available online at: www.cabi.org/isc.
- International Rice Research Institute (IRRI) (1996) // Standard evaluation system for rice. 4 th.ed. IRRI. - Manila, Phillipine. – 1996.
- Jia, Y. Direct interaction of resistance gene and avirulence gene products confers rice blast resistance / Y. Jia, S. A. McAdams, G.T. Bryan, H.P. Hershey, B. Valent // EMBO Journal, 2000. – V. 19. – P. 4004-4014.
- Kunova, A. Sensitivity of nonexposed and exposed populations of Magnaportheoryzae from rice to tricyclazole and azoxystrobin / A. Kunova, C. Pizzatti, M. Bonaldi, P. Cortesi // Plant dis. – 2014. – № 98. – P. 512-518.
- Ou, S. H. Rice diseases, 2nd ed / S. H. Ou // Commonwealth Mycological Institute. Kew, Surrey, England: C.A.B. International, Farnham Royal, Slough. – 1985.
- Simkhada, K. Rice blast, a major threat to the rice production and its various management techniques / K. Simkhada, R. Thapa // Book Chapt. - 2021. – № 21. – P. 524-539.
- Swodesh, R. A. Review On Various Management Method Of Rice Blast Disease / R. Swodesh, D. Yuvraj // Malaysian J. Sustain. Agric. – 2020. – № 4(1). – P.29-33.
- Vasudevan, K. Large scale germplasm screening for identification of novel rice blast resistance sources / K.

Vasudevan, C. Cruz, M.V. Gruijssem, N.K. Bhullar // Front. PlantSci. – 2014. – № 505. – P. 1–9.

REFERENCES

1. Bragina, O.A. Resistance of rice varieties to the causative agent of blast in various agroecological conditions of the Krasnodar Territory / O.A. Bragina, A.M. Ogly, // Proceedings of KubGAU, 2020 - № 84. - P. 95-99.
2. Zelensky, G.L. Immunological protection of agricultural crops from diseases: theory and practice / G.L. Zelensky // Proceedings of the International Scientific and Practical Conference dedicated to the 125th anniversary of the birth of N. I. Vavilov. - Big Vyazemy. - 2012. - P. 427-440.
3. Recommendations for the integrated protection of crops from pests, diseases and weeds in the Krasnodar Territory for 2006. - 2012. - Krasnodar, 2006. - P. 198.
4. Ballini, E. A genome- wide meta-analysis of rice blast resistance genes and quantitative trait loci provides new insights into partial and complete resistance / E. Ballini, J. B. Morel, G. Droc et al. // Molecular Plant-Microbe Interactions. – 2008. – V. 21. – P. 859-868.
5. Bonman, J.M. Rice Blast. / J.M. Bonman // In: Compendium of Rice Diseases. Eds. R. K. Webster and P.S. Gunnel. American Phytopathological Society Press. St. Paul, Minnesota. USA. – 1992. - P. 14-18.
6. CABI Invasive Species Compendium: Magnaportheorizae (rice blast disease) / Wallingford, UK: CAB International, 2018. Available online at: www.cabi.org/isc.
7. International Rice Research Institute (IRRI) (1996) // Standard evaluation system for rice. 4 th.ed. IRRI – Manila, Phillipine. – 1996.
8. Jia, Y. Direct interaction of resistance gene and avirulence gene products confers rice blast resistance / Y. Jia, S. A. McAdams, G.T. Bryan, H.P. Hershey, B. Valent // EMBO Journal, 2000. – V. 19. – P. 4004-4014
9. Kunova, A. Sensitivity of nonexposed and exposed populations of Magnaportheorizae from rice to tricyclazole and azoxystrobin / A. Kunova, C. Pizzatti, M. Bonaldi, P. Cortesi // Plant dis. – 2014. – № 98. – P. 512–518.
10. Ou, S. H. Rice diseases, 2nd ed / S. H. Ou // Commonwealth Mycological Institute. Kew, Surrey, England: C.A.B. International, Farnham Royal, Slough. – 1985.
11. Simkhada, K. Rice blast, a major threat to the rice production and its various management techniques / K. Simkhada, R. Thapa // Book Chapt. - 2021. – № 21. – P. 524-539.
12. Swodesh, R. A. Review On Various Management Method Of Rice Blast Disease / R. Swodesh, D. Yuvraj // Malaysian J. Sustain. Agric. – 2020. – № 4(1). – P.29–33.
13. Vasudevan, K. Large scale germplasm screening for identification of novel rice blast resistance sources / K. Vasudevan, C. Cruz, M.V. Gruijssem, N.K. Bhullar // Front. PlantSci. – 2014. – №505. – P. 1–9.

Олеся Анатольевна Брагина

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

Olesya Anatolievna Bragina

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

Андрей Михайлович Оглы

Научный сотрудник отдела селекции
E-mail: ogly-a@mail.ru

Andrei Mikhailovich Ogly

Researcher of the breeding department
E-mail: ogly-a@mail.ru

Все: ФГБНУ «ФНЦ риса»
350921, Россия, г. Краснодар, пос. Белозерный, 3

All: Federal State Budgetary Institution “FNTs Rice”
3, Belozerny, Krasnodar, 350921, Russia

Дмитрий Юрьевич Бородин

Руководитель группы региональных полевых
экспертов региона Юг
E-mail: Dborodin112@gmail.com

Dmitry Yurievich Borodin

Team leader of regional field experts of the South
region
E-mail: Dborodin112@gmail.com

ООО «Сингента»
350911, Краснодар, Бершанской, 72 - 3 этаж

Syngenta LLC
350911, Krasnodar, Bershanskoy, 72 - 3rd floor

УДК 582.951.4:632.3

Королёва С.В., канд. с.-х. наук,
Пистун О.Г.,
Полякова Н.В.
г. Краснодар, Россия

ИСПЫТАНИЕ ГИБРИДОВ ПЕРЦА СЛАДКОГО НА ОСНОВЕ МУЖСКОЙ СТЕРИЛЬНОСТИ В ВЕСЕННИХ ПЛЕНОЧНЫХ ТЕПЛИЦАХ.

Выращивание перца сладкого в весенних пленочных теплицах на юге России позволяет частично компенсировать дефицит отечественной продукции этой культуры с начала июня до середины июля. В ФГБНУ «ФНЦ риса» созданы гибриды перца сладкого на базе мужской стерильности - Собер F_1 , Селигер F_1 , Тибет F_1 , которые прошли испытание в 2020-2021 гг. в условиях современной пленочной теплицы. Стандартом выступал гибрид Фишт F_1 . При высадке в теплицу – 16.04 и 19.04 первый сбор был проведен 16.06 и 24.06 соответственно. Применяемая технология выращивания предусматривала горизонтальную подвязку, без формирования растений. Ранняя урожайность 4-х гибридов перца сладкого при испытании в весенней пленочной теплице составила в среднем за 2 года 5,20 - 6,14 кг/м²; урожайность за 2,5 месяца плодоношения – 10,26-12,41 кг/м², в том числе, стандарта Фишт F_1 - 5,45 кг/м² и 10,26 кг/м² соответственно. Максимальная прибавка по отношению к стандарту отмечена у гибрида Селигер F_1 . Применение технологических приемов – удаление «коронного» бутона или цветка и боковых побегов увеличило в среднем по гибридам массу плода при ранней отдаче урожая - от 110 до 132 г. После уборки раннего урожая масса плодов у конусовидных перцев уменьшилась в среднем от 112 до 69 г, у гибрида Собер с призмовидными плодами снижение массы плодов было минимальным - от 149 до 108,5 г. Динамика отдачи урожая по сборам различалась по гибридам и годам испытания. Наибольшая стабильность была свойственна гибриду Селигер. Технологические качества и химический состав плодов при раннем урожае были высокие. При поздних сборах (во второй половине лета) при отсутствии формирования растений и нормирования плодов наблюдается сильное снижение массы плодов. В целом, все изученные гибриды отличаются высокой дружностью отдачи раннего урожая, для получения качественного урожая во второй половине лета и осенью необходимо изначально применять вертикальную подвязку и формирование растений.

Ключевые слова: перец сладкий, гибриды F_1 , пленочные теплицы, ранняя урожайность, общая урожайность, масса плода.

TESTING SWEET PEPPER HYBRIDS BASED ON MALE STERILITY IN SPRING FILM GREENHOUSES

Growing sweet pepper in spring film greenhouses in the south of Russia makes it possible to partially compensate for the shortage of domestic production of this crop in early June to mid-July. In FSBSI «Federal Scientific Rice Centre» sweet pepper hybrids were developed on the base of male sterility - Sober F_1 , Seliger F_1 , Tibet F_1 , which were tested in 2020-2021 under conditions of modern film greenhouse. As a standard we used Fisht F_1 hybrid. When planting in the greenhouse - 16.04 and 19.04, the first collection was carried out on 16.06 and 24.06, respectively. The applied cultivation technology provided for a horizontal tie, without the formation of plants. The early yield of 4 sweet pepper hybrids when tested in a spring film greenhouse averaged 5.20–6.14 kg/m² over 2 years; yield for 2.5 months of fruiting - 10.26-12.41 kg / m², including that of Fisht F_1 standard - 5.45 kg / m² and 10.26 kg / m², respectively. The Seliger F_1 hybrid had the maximum increase compared to the standard. The use of technological methods - the removal of the "crown" bud or flower and side shoots increased the average fruit weight for hybrids at an early yielding - from 110 to 132 g. After harvesting the early yield, the weight of fruits in cone-shaped peppers decreased on average from 112 to 69 g, in the Sober hybrid with prism-shaped fruits, the decrease in fruit weight was minimal - from 149 to 108.5 g. The dynamics of yielding according to the harvesting had features for each hybrid and differences in the years of testing. The greatest stability was typical for the Seliger hybrid. Technological qualities and chemical composition of fruits at early yields were high. At late harvests (in the second half of summer), in the absence of plant formation and fruit rationing, a strong decrease in fruit weight is observed. In general, all the hybrids studied are characterized by a high early yield; in order to obtain a high-quality yield in the second half of summer and autumn, it is necessary to initially apply vertical tying and plant formation.

Key words: sweet pepper, F_1 hybrids, film greenhouses, early yield, total yield, fruit weight.

Введение

Перец сладкий (*Capsicum annuum* L.) - овощная культура, в которой сочетаются высокие вкусовые качества плодов и их ценный биохимический состав. По питательной ценности он превосходит многие овощные культуры, а по содержанию витамина С ему нет равных - в зависимости от степени спелости он накапливает 120 - 200 мг %, а высоко витаминные сорта - до 300-400 мг %. Содержание рутина в красных плодах - 300-400 мг %. Особенно ценно то, что одновременное присутствие рутина и витамина С усиливает эффективность действия того и другого. Кроме того, плоды перца при термической обработке сохраняют более половины витамина С, что не свойственно другим овощам. Кроме витамина С и Р-активных соединений, плоды перца содержат ряд ценных веществ и витаминов, а именно: 5-12 % сухого вещества, витамины группы В, фолиевую и никотиновую кислоты. Сладкий перец - источник макро- и микроэлементов: железа, калия, кальция, натрия, магния, цинка, кремния, селена. Содержание в плодах таких веществ как флавоноиды, лютеин и зеаксантин говорит об антиоксидантных свойствах [2, 7, 13].

В последние годы популярность перца среди населения возросла, но потребительский спрос, особенно, в зимне-весенний период, удовлетворяется за счет импорта, который составил в 2020 году около 189 тыс. тонн. Выращивание перца в зимних теплицах пока нерентабельно по сравнению с огурцом и томатом, поэтому расширение площадей под этой ценной культурой идет очень медленно. В летне - осенний период значительные объемы продукции перца поступают из весенних пленочных теплиц и открытого грунта. Промышленное производство в основном сосредоточено в южных регионах страны, что позволяет получать урожай с июля до середины октября, и составляет, по данным статистики, около 22 тыс. тонн.

В Краснодарском крае, одном из крупных центров производства овощей в РФ, площадь, занятая под перцем составляет, согласно формы Государственного статистического наблюдения 2820 га, в т.ч. в с.х организациях и КФК эта культура выращивается на площади 416 га (данные за 2019 год). На потребительский спрос влияет не только вкус, но и товарный вид плодов, что приоритетно при создании новых сортов и гибридов.

Наращивание объема производства сладкого перца в весенних пленочных теплицах на юге связано с высокой доходностью этой культуры в первой половине лета и в октябре, когда поступления продукции из открытого грунта еще нет или очень ограничено. Производство овощей в весенних теплицах широко практикуется в ЮФО и СКФО (350 га и 750 га соответственно). В технологии выращивания перца сладкого в весенних теплицах главную роль приобретает сорт, способный дать

максимальную прибыль с единицы площади. Рассматривая сортимент для получения ранней продукции в теплицах, предпочтение следует отдавать раннеспелым гетерозисным гибридам, которые, вследствие более высокой стрессовой устойчивости в начальный период роста к низким температурам, а в летний период - к высоким температурам, экономически более выгодны и востребованы в защищенном грунте. В дополнение, рынок и потребительский спрос требуют быть инновационными: селекция новых цветов, форм, вкусов и более высокой усвояемости - вот некоторые примеры диверсификации программы селекции сладкого перца [11, 12]. Опыт выращивания гибридов перца сладкого в пленочной теплице и в открытом грунте показал, что в изолированной теплице продукция имеет более высокие товарные качества и урожайность [10]. Не менее важным является высокая экологическая ценность плодов в теплице, ввиду снижения пестицидной нагрузки на растения или, в лучшем случае, реализации программы по комплексному применению биологических средств защиты от вредителей и болезней [1, 5].

Наиболее популярны у производителей и потребителей гибриды с крупными конусовидными и конусовидно-призмовидными плодами, массой 150-200 г. со светло-зеленой и желтоватой окраской. Из других значимых признаков следует перечислить толстую стенку околоплодника, тонкую кожицу и сочную нежную мякоть без травянистого привкуса, содержание аскорбиновой кислоты не менее 100-120 мг/ 100 г.

Надо отметить, что потенциал урожайности современных гибридов отечественной и зарубежной селекции находится примерно на одном уровне, поэтому определяющим фактором при выборе гибрида производителем является его востребованность у потребителей, адаптационный уровень гибрида, который влияет на производственные затраты и товарность продукции, а также цена семян [6, 8].

Использование гибридов селекции «ФНЦ риса», как в открытом, так и в защищенном грунте, представляет реальный интерес для овощеводов, так как стоимость семян в объеме общих затрат на выращивание продукции не превышает 7,6 % [3, 16]. Все гибриды сладкого перца созданы на основе ядерно-цитоплазматической мужской стерильности, что обеспечивает наиболее надежный и доступный способ получения семян и снижает их себестоимость [4, 15].

Цель исследований

Испытать новые гибриды в защищенном грунте (в весенних теплицах) и оценить их на пригодность выращивания для получения ранней продукции.

Материалы и методы

Экспериментальные работы проводились на опытно-селекционном участке ФГБНУ «ФНЦ риса»

отдела овощеводства в 2020-2021 гг. в открытом и защищенном грунте. Материал для исследования: новые гибриды Селигер, Темп, Тибет и Собер, стандарт Фишт F₁.

Рассаду гибридов выращивали в кассетах №96, почвогрунт использовали готовый. Посев 2.03, массовые всходы - 8-12.03. В возрасте 40 - 42 дней рассаду высаживали на постоянное место в теплицу 16.04 в 2020 году и 19.04 в 2021 году. Схема посадки - (80+40)/2х30 или 5,5 раст./м². В теплице количество учетных растений на деланке - 10 шт., повторность 3-х кратная.

Агротехника выращивания - согласно рекомендаций, разработанных в ГНУ КНИИОКХ [9]. Основное удобрение (нитроаммофоска) вносили под фрезерование весной, из расчета - 500 кг на га, аммиачную селитру вносили в рядки перед посадкой из расчета 100 кг на га. В период вегетации до плодоношения проводили обработки от табачного трипса, в период плодоношения - использовали биопрепараты. Векорневая подкормка проведена была трижды кальбитом кальция с добавлением антистрессовых препаратов альбита и циркона. Подкормки: одна корневая (аммиачная селитра плюс террафлекс), 3 векорневых - террафлекс.

Уборку проводили регулярно, по мере наступления массовой технической спелости плодов.

Статистическая обработка результатов опыта проводилась по Доспехову Б. А. [4].

Погодные условия в период проведения опытов имели свои особенности, которые неоднозначно влияли на формирование урожая на протяжении вегетации. Надо отметить, что среднесуточные температуры в начале вегетации (вторая половина апреля - май) приближались к среднесезонным показателям в оба года испытаний, что благоприятно влияло на завязывание плодов во второй половине мая, которые составили основную долю раннего урожая. В июне, стрессовые температуры в 2020 году отмечались уже со 2-й декады, в 2021 году - с третьей. Июль был очень жарким, как в первый, так и во второй годы испытаний - среднесуточная температура - на уровне 26,5-26,9°C, а дневная - выше 30°C. В этот период температура в теплице была выше оптимума уже после 9 часов утра, что отрицательно повлияло на завязывание плодов, формирующих урожай в августе.

Результаты и обсуждение

Испытания гибридов в защищенном грунте, с одной стороны, позволяют приблизиться к потенциальной урожайности, что очень проблематично в открытом грунте из-за развития различного рода заболеваний, с другой стороны, дают возможность определить соответствие гибрида требованиям,

предъявляемым для сортимента весенних теплиц: дружная отдача раннего урожая, высокое качество плодов, устойчивость к стрессовой нагрузке. Ввиду того, что гибриды были высажены в оптимальные сроки для теплиц в регионе, стрессовая нагрузка отмечалась в пленочных теплицах в летний период, когда температура в теплице повышалась выше 30°C, что отрицательно влияло на завязывание плодов и сопровождалось опадением цветков или завязей. Наиболее благоприятные условия для опыления складывались в начале цветения (3-й декада мая - 1-й декада июня), когда формировались плоды, составляющие ранний урожай. Уже со 2-й декады июня в 2020 году и с 3-й в 2021 году температура примерно с 9.00 до 17 часов была вне оптимума для прохождения репродуктивных процессов. Это подтверждается полученными данными сортоиспытания, а именно, за первый месяц плодоношения получено 49-53 % урожая, в то время, как за последующие 1,5 месяца скорость формирования плодов, как показали результаты, снизилась примерно в 1,5 раза на гибриде Фишт, и незначительно на других образцах. Но эффективность самоопыления понизилась в 2-3 раза на высоком стрессовом фоне по температуре в июле.

Сортоиспытание в 2021 году отличалось от 2020 года тем, что в 2021 году были проведены агротехнические приемы (удаление коронного цветка и боковых побегов на штамбовом побеге), направленные на получение более крупных плодов. Данные таблицы 1 показывают, что в 2021 году гибриды сформировали более крупные плоды - на 15-28 г больше, чем в 2020 г. Самые крупные плоды формировались у гибрида Собер - 138-160 г, самые мелкие - у стандарта Фишт - 93-108 г. В 2020 году самая высокая продуктивность и ранняя урожайность получена у гибрида Тибет - 1,06 кг и 5,83 кг соответственно, что существенно превышало стандарт. В 2021 году гибриды Тибет и Темп показали себя на уровне стандарта, гибрид Собер уступал стандарту на 0,55 кг, но в то же время, надо отметить его крупноплодность и стабильную форму плодов - призматическую, что является ценным признаком в структуре урожая. Самую высокую раннюю урожайность имел гибрид Селигер, который превысил стандарт на 0,88 кг/м², в среднем за 2 года этот гибрид также оказался на первом месте - 6,14 кг/м². Наибольшую стабильность по годам по признаку «ранняя урожайность» показали гибриды Собер и Тибет, более отзывчивы на условия выращивания и, возможно, на агротехнические приемы, которые влияли на формирование структуры урожая - гибриды Фишт и Селигер (табл. 1).

Таблица 1. Результаты испытания гибридов перца сладкого по ранней урожайности в закрытом грунте, 2020-2021 гг.

Гибриды F1	Масса плода, г			Продуктивность ранняя, кг/раст.			Ранняя урожайность, кг/м²		
	2020	2021	средняя	2020	2021	средняя	2020	2021	средняя
Фишт, ст	93	108	102	0,92	1,06	0,99	5,06	5,83	5,45
Собер	138	160	149	0,93	0,96	0,95	5,12	5,28	5,20
Тибет	108	136	122	1,06	1,04	1,05	5,83	5,72	5,78
Селигер	100	124	112	1,01	1,22	1,12	5,56	6,71	6,14
Темп	-	126	-	-	1,11		-	6,11	-
НСР ₀₅	4,9	11,6		0,089	0,09		0,43	0,49	

Сбор урожая ограничился летним периодом, хотя в условиях весенних теплиц можно было бы продлить плодоношение до ноября. Но для этого необходимо было уделить внимание формированию растений с подвязкой каждого растения к шпалере. В нашем опыте мы применили горизонтальную подвязку, которая в последние уборки не могла гарантировать сохранность стеблей из-за большой вегетативной массы. Второй причиной ограничения испытания следует считать неконтролируемый процесс формирования плодов в конце лета, который привел к перегрузке растений и резкому снижению массы плода.

После получения раннего урожая, в 2020 году урожай убирали каждую неделю и провели еще 5 уборок, в 2021 году – нагрузка плодами во второй половине июля и в начале августа была низкая, поэтому после сбора раннего урожая уборку провели 2 раза – 10.08 и 1.09. Надо отметить, что средняя масса плода после сбора раннего урожая снизилась очень ощутимо в первый и второй год исследований (табл. 2). Если при раннем урожае средняя

масса гибридов изменялась в интервале от 102 до 149 г, то при поздних уборках 3 гибрида с конусовидными плодами формировали мелкие плоды массой 66,0 - 76,5 г. У гибрида Собер снижение массы плода отмечали в меньшей степени - на 27 %, в то время как, по другим оно составило 35-42 %. Это связано с тем, что на побегах высокого порядка междоузлия укорачиваются, количество завязей увеличивается в такой степени, что растения не в состоянии сформировать стандартные плоды. На гибриде Собер нагрузка плодами была менее выражена, что повлияло положительно на массу плода.

Если рассматривать продуктивность растения и общую урожайность, то можно констатировать, что по 3-м гибридам, конечные показатели были выше в 2021 году, наоборот, гибрид Тибет показал снижение продуктивности, и общей урожайности. Гибрид Темп, по результатам 2021 года, имел довольно высокую продуктивность, уступая только Селигеру. Но у него, как и у Собера, мельчание плодов при поздних уборках было менее выражено, чем у других.

Таблица 2. Результаты испытания гибридов перца сладкого по общей урожайности в закрытом грунте, 2020-21 гг.

Гибриды F1	Масса плода, г			Продуктивность общая, кг			Общая урожайность, кг/м²		
	2020	2021	Средняя	2020г	2021г.	Средняя	2020 г.	2021г.	Средняя
Фишт, ст.	70	63	66,5	1,70	2,03	1,87	9,35	11,17	10,26
Собер	101	116	108,5	1,87	1,99	1,93	10,29	10,95	10,62
Тибет	76	77	76,5	2,20	2,01	2,10	12,10	11,06	11,58
Селигер	63	67	65	2,20	2,31	2,26	12,10	12,71	12,41
Темп	-	99	-	-	2,17	-	-	11,94	-
НСР ₀₅				0,09	0,129		0,43	0,71	

На рисунках 1 и 2 представлен урожай гибридов на момент каждой уборки. На рисунке 1 видно, что в 2020 году гибриды почти не отличались, вплоть до 13 июля, далее у гибрида Фишт отмечается постепенное сни-

жение по сборам по отношению к более урожайным гибридам до конца вегетации. Гибрид Собер благодаря более крупным плодам показал в последние сборы более высокие результаты, чем Фишт.

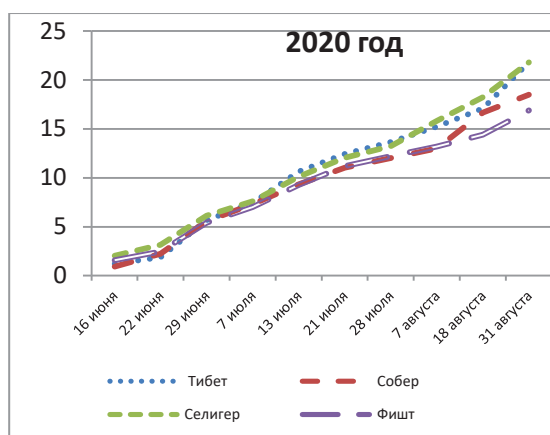


Рисунок 1. Динамика отдачи урожая плодов перца по датам уборки в 2020 г.

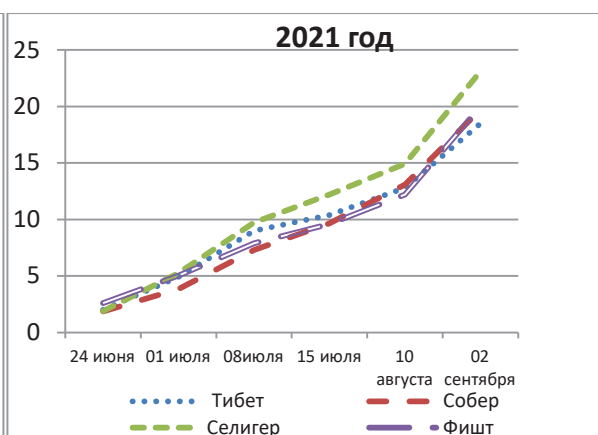


Рисунок 2. Динамика отдачи урожая плодов перца по датам уборки в 2021 г.

В 2021 году отмечена другая тенденция. Крупноплодный гибрид Собиер в 1-3 уборках уступал всем гибридам, но с 15 июля динамика нарастания урожая стала одинаковой для гибридов Собиер, Тибет и Фишт (рис. 2). В то время, как гибрид Селигер показывал постоянный прирост по отношению к другим гибридам уже со второй уборки. И в итоге у него отмечены самые высокие показатели, как по ранней, так и поздней урожайности.

Важное значение наряду с признаками продуктивности имеют форма плода, толщина стенки плода и его окраска, что определяет товарные качества плодов перца. Также необходимо учи-

тывать, насколько стабильно гибрид сохраняет форму плода в течение вегетации. Надо отметить, что при получении ранней урожайности плоды у всех гибридов были достаточно крупными – более 100 г (табл. 3). По размерам плода выделялся стандарт, но благодаря более тонкой стенке плода, он по массе уступал другим конусовидным перцам. Окраска плода и в целом товарный вид соответствуют требованиям потребителя. Однако, при продлении выращивания после уборки раннего урожая отмечается резкое уменьшение массы плода у конусовидных гибридов, что снижает их привлекательность для потребителя.

Таблица 3. Характеристика гибридов по признакам плода, 2021 г.

Название гибрида	Характеристика плода					
	Средняя масса, г	Форма	Размер-НхD, см.	Толщина стенки, мм	Окраска технической спелости	Кол-во камер
Фишт F1, ст	111	конус	13,7х6,4	5-5,5	Желт.-бел	2-3
Собиер F1	160	призма	9,3х7,5	5.5-6	светло- желтый	2-3
Тибет F1	136	конус	12,1х5,9	6-7	светло-зеленый	2-3
Селигер F1	124	конус	12,9х6,1	5-6	светло-зеленый	2-3
Темп F1	126	конус	11,7х6,5	5-6	светло-зеленый	3

Химический состав плодов влияет на вкусовые качества и определяет ценность плодов в питании. Надо отметить, что по данным исследований, питательная ценность плодов перца зависит еще и от условий выращивания [7, 14].

В нашем опыте по содержанию сухого вещества лидировал стандарт – 5, 48% (табл.4). Однако, по содержанию общего сахара и аскорбиновой кислоты, показатели были выше у гибридов Тибет и Собиер.

Таблица 4. Химический состав плодов перца при ранней уборке, 2020 г.

Название гибрида	Сухое вещество, %	Общий сахар, %	Моносахара, %	Дисахара, %	Аскорбиновая кислота, мг %
Фишт F1, ст	5,48	2,38	2,21	0,16	97,16
Тибет F1	4,90	2,58	2,48	0,10	113,82
Собиер F1	5,01	2,51	2,35	0,15	105,49
Селигер F1	5,05	2,41	2,21	0,16	97,16

Выводы

1. Ранняя урожайность 4-х гибридов перца сладкого при испытании в весенней пленочной теплице составила в среднем за 2 года 5,20 - 6,14 кг/м²; урожайность за 2,5 месяца плодоношения – 10,26-12,41 кг/м² в том числе, стандарта Фишт F₁ – 5,45 кг/м² и 10,26 кг/м² соответственно. Максимальная прибавка по отношению к стандарту отмечена у гибрида Селигер F₁.

2. Применение технологических приемов – удаление «коронного» бутона или цветка и боковых побегов увеличило в среднем по гибридам массу плода при ранней отдаче урожая - от 110 г до 132 г.

3. После уборки раннего урожая масса плодов у

конусовидных перцев уменьшилась в среднем от 112 г до 69 г, у гибрида Собер с призматическими плодами снижение массы плодов было минимальным - от 149 г до 108,5 г.

4. Динамика отдачи урожая по сборам имела особенности у каждого гибрида и различия по годам испытания. Наибольшая стабильность свойственна была гибриду Селигер.

5. Технологические качества и химический состав плодов при раннем урожае были высокими. При поздних сборах (во второй половине лета) при отсутствии формирования растений и нормирования плодов наблюдается сильное снижение массы плодов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Антипова, Н.Ю. Диетические и лекарственные свойства перца сладкого // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. - 2021. - №8-1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/dieticheskie-i-lekarstvennye-svoystva-pertsasladkogo> (дата обращения 2021)
2. 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.
3. Борисов, В. А. Качество и лежкость овощей / В. А. Борисов, С. С. Литвинов, А. В. Романова. – Москва: Мытищинская межрайонная типография, 2003. – 628
4. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учеб. для высш. с.-х. учеб. заведений / Б. А. Доспехов. – изд. 5-е, доп. и перераб. стер. изд. – М.: Альянс, 2014. – 351 с.
5. Королева, С. В. Сортоиспытание гибридов F₁ / С. В. Королева, С. А. Юрченко, Е. К. Казанцева // Рисоводство. – 2017. – № 4(37). – С. 64-72.
6. Королева, С.В. Экономическая оценка выращивания перца сладкого Тибет на переработку в ООО F₁ «Агро-Союз» Краснодарского края / С.В. Королева// Картофель и овощи. - 2021.
7. Кумейко, Ю.В. Влияние ингибитора нитрификации на показатели, характеризующие режим азотного питания растений риса / Ю. В. Кумейко // Рисоводство. – Краснодар, 2013. – № 1 (22). – С. 66-70.
8. Монахос, Г. Ф. Особенности использования мужской стерильности в селекции F₁ гибридов перца сладкого / Г.Ф. Монахос, Королева С. В., Авдеева А. А. // Картофель и овощи. – 2016. – №. 4. – С. 35-37.
9. Огнев, В. В. и др. Гибриды перца сладкого для товарного производства //Картофель и овощи. – 2018. – №. 10. – С. 36-38.
10. Огнев, В. В. Перец в пленочных теплицах на юге России / В.В. Огнев, Т. В. Чернова // Картофель и овощи. – 2014. – №. 2. – С. 17-19.
11. Пивоваров, В.Ф. Селекция – основа импортозамещения в отрасли овощеводства / В.Ф. Пивоваров, А.В. Солдатенко, О.Н. Пышная, Л.К. Гуркина, Т.С. Науменко // Овощи России. – 2017. - №3. – С. 3-15.
12. Пышная, О. Выращивание перца сладкого в теплицах и открытом грунте / О. Пышная, М. Мамедов, Е. Джос // Овощи России. – 2010. - № 2. - 44-49.
13. Самадулов, Н.В. Технология производства перца сладкого в условиях юга России: рекомендации / В.Н. Самадулов, С.В. Королева, С.В. Ситников. – Краснодар, 2008. – 31 с.
14. Чижикова, Н.П. Эволюция минералогического состава и микростроения основных типов почв Кубани при рисосеянии /Н. П. Чижикова, М. П. Верба // Почвы и их плодородие на рубеже столетий: Материалы 2-го съезда Белорусского общества почвоведов. – Минск, 2001. – Кн.1. – С. 232-233.
15. Sharma, V.K. Recent trends in sweet pepper breeding. In: Gosal S., Wani S. (eds) / V.K. Sharma, A. Srivastava, M. Mangal // Accelerated Plant Breeding. - Volume 2. https://doi.org/10.1007/978-3-030-47298-6_16
16. Zhang, Zhenghai A New Sweet Pepper Cultivar'Zhongjiao 1615'with High Quality and Resistance for Greenhouse Production / Zhenghai Zhang, CAO Yacong, YU Hailong, FENG Xigang, Zhang Baoxi, and Wang Lihao // Acta Horticulturae Sinica – 2021. - № 48(S2). – P. 2839-2840.

REFERENCES

1. Antipova, N.Yu. Dietary and medicinal properties of sweet pepper // International Journal of Humanities and Natural Sciences. - 2021. - № 8-1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/dieticheskie-i-lekarstvennye-svoystva-pertsasladkogo> (accessed 2021)
2. Babayants, L. Methods of breeding and assessing the resistance of wheat and barley to diseases in the CMEA member countries [Text] / L. Babayants, A. Meshterhazy, F. Wachter, N. Neklesa and others. - Prague, 1988. - P. 270-277.
3. Borisov, V. A. Quality and keeping quality of vegetables / V. A. Borisov, S. S. Litvinov, A. V. Romanova. - Moscow: Mytishchi Interdistrict Printing House, 2003. - 628.
4. Armor, B. A. Methods of field experience (with the basics of statistical processing of research results): textbook. for higher s.-x. textbook institutions / B. A. Dospekhov. - ed. 5th, add. and reworked. erased ed. – M.: Alliance, 2014. – 351 p.
5. Koroleva, S. V. Variety testing of F₁ hybrids / S. V. Koroleva, S. A. Yurchenko, E. K. Kazantseva // Rice growing. - 2017. - № 4 (37). – P. 64-72.
6. Koroleva, S.V. Economic evaluation of the cultivation of Tibet sweet pepper for processing in LLC F₁ «Agro-Soyuz»

of the Krasnodar Territory / S.V. Queen // Potatoes and vegetables. - 2021.

7. Kumeiko, Yu.V. Influence of a nitrification inhibitor on indicators characterizing the regime of nitrogen nutrition of rice plants / Yu. V. Kumeiko // *Risovodstvo*. - Krasnodar, 2013. - № 1 (22). - P. 66-70.

8. Monakhos, G. F. Features of the use of male sterility in the selection of F 1 hybrids of sweet pepper / G. F. Monakhos, S. V. Koroleva, A. A. Avdeeva // Potatoes and vegetables. - 2016. - № 4. - P. 35-37.

9. Ognev, VV et al. Sweet pepper hybrids for commodity production // Potatoes and vegetables. - 2018. - № 10. - P. 36-38.

10. Ognev, V.V. Pepper in film greenhouses in the south of Russia / V.V. Ognev, T.V. Chernova // Potatoes and vegetables. - 2014. - № 2. - P. 17-19.

11. Pivovarov, V.F. Breeding is the basis of import substitution in the vegetable growing industry / V.F. Pivovarov, A.V. Soldatenko, O.N. Lush, L.K. Gurkina, T.S. Naumenko // Vegetables of Russia. - 2017. - № 3. - P. 3-15.

12. Pyshnaya, O. Growing sweet pepper in greenhouses and open ground / O. Pyshnaya, M. Mamedov, E. Jos // Vegetables of Russia. - 2010. - № 2. - P. 44-49.

13. Samadurov, N.V. Technology for the production of sweet pepper in the conditions of the south of Russia: recommendations / V.N. Samadurov, S.V. Koroleva, S.V. Sitnikov. - Krasnodar, 2008. - 31 p.

14. Chizhikova, N.P. Evolution of the mineralogical composition and microstructure of the main types of soils of the Kuban during rice cultivation / N. P. Chizhikova, MP Verba // Soils and their fertility at the turn of the century: Proceedings of the 2nd Congress of the Belarusian Society of Soil Scientists. - Minsk, 2001. - Book 1. - P. 232-233.

15. Sharma, V.K. Recent trends in sweet pepper breeding. In: Gosal S., Wani S. (eds) / V.K. Sharma, A. Srivastava, M. Mangal // Accelerated Plant Breeding. - Volume 2. https://doi.org/10.1007/978-3-030-47298-6_16

16. Zhang, Zhenghai A New Sweet Pepper Cultivar 'Zhongjiao 1615' with High Quality and Resistance for Greenhouse Production / Zhenghai Zhang, CAO Yacong, YU Hailong, FENG Xigang, Zhang Baoxi, and Wang Lihao // *Acta Horticulturae Sinica* - 2021. - № 48(S2). - P. 2839-2840.

Светлана Викторовна Королева

Заведующий отделом овощеводства, ведущий
научный сотрудник
E-mail: agrotransfer@mail.ru

Svetlana Victorovna Koroleva

Head of Vegeculture Growing Department,
Leading Researcher
E-mail: agrotransfer@mail.ru

Ольга Геннадьевна Пистун

Младший научный сотрудник отдела
овощеводства
E-mail: pistun-o@mail.ru

Olga Gennadievna Pistun

Junior Researcher of Vegeculture
Growing Department
E-mail: pistun-o@mail.ru

Нелли Владимировна Полякова

Младший научный сотрудник отдела
овощеводства
E-mail: nelshul1994@gmail.com

Nelli Vladimirovna Polyakova

Junior Researcher of Vegeculture
Growing Department
E-mail: nelshul1994@gmail.com

Все: ФГБНУ «ФНЦ риса»
350921, Россия, г. Краснодар,
пос. Белозерный, 3,

All: FSBSI "FNT of Rice"
3, Belozerny, Krasnodar, 350921, Russia

DOI 10.33775/1684-2464-2022-54-1-53-58
УДК: 635.611:631.529

Лазыко В.Э.¹, канд. с.-х. наук,
Варивода Е.А.²,
Якимова О.В.¹,
Ковалева Е.В.¹,
Масленникова Е.С.²
г. Краснодар, Россия¹
г. Волгоград, Россия²

АДАПТИВНАЯ СПОСОБНОСТЬ СОРТОВ ДЫНИ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ СЕЛЕКЦИИ К РАЗЛИЧНЫМ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИМ ЗОНАМ

Для продвижения и внедрения в производство отечественных сортов дыни необходима объективная оценка адаптивности растений к почвенно-климатическим условиям региона. С этой целью проведена агроэкологическая оценка сортов дыни селекции ФГБНУ «ФНЦ риса» и Быковской БСОС – филиала ФГБНУ ФНЦО при выращивании на суходольных участках в центральной зоне Краснодарского края и в Заволжье Волгоградской области, отличающихся почвенно-климатическими условиями. Сделан сравнительный анализ погодных условий в двух агрозонах. В Краснодарском крае в начале вегетационного периода выращивания дыни температурный баланс был выше на 50...60 °С, в последующем периоде разница еще больше и доходила до 122...128 °С. За весь вегетационный период сумма активных температур была выше на 420 °С, чем в Волгоградской области. Сложившиеся погодные условия в районах проведения оценки с лимитированным по влагообеспеченности периодом вегетации на фоне высокого теплового баланса характеризовались как удовлетворительные и в целом были благоприятные для роста растений дыни. Анализ данных экологического испытания сортов дыни селекции «ФНЦ риса» и Быковской БСОС в двух зонах выращивания бахчевых культур показал, что сорта с выровненной генетической однородностью, обладают устойчивостью к фузариозу и температурным стрессам. Сорта формируют высокий урожай на суходольных участках, который 82,5 % контролируется генотипом сортов и в меньшей степени погодными условиями. Товарность убранных плодов по сортам составляет от 75 % до 90 %. Полученные результаты агроэкологических испытаний в двух зонах, отличающихся почвенно-климатическими условиями, подтверждают возможность использовать сорта дыни Кубанской и Волгоградской селекции, для гарантированного выращивания стабильных и высоких урожаев.

Ключевые слова: экологическое испытание, дыня, сорт, зона выращивания, богара, урожайность.

ADAPTIVE ABILITY OF MELON VARIETIES OF DOMESTIC SELECTION TO VARIOUS AGROECOLOGICAL ZONES

In order to promote and introduce domestic varieties into production, an objective assessment of the adaptability of plants to the soil and climatic conditions of the region is necessary. For this purpose, an agroecological assessment of melon varieties selected by the FSBI "FNC rice" and Bykovskaya BSOS – a branch of the FSBI FNC was carried out when grown on dry land plots in the central zone of the Krasnodar Territory and in the Volga region of the Volgograd region, differing in soil and climatic conditions. A comparative analysis of weather conditions in two agrozones is made. In the Krasnodar Territory, at the beginning of the growing season of melon cultivation, the temperature balance was 50...60 °C higher, in the subsequent period the difference was even greater and reached 122...128 °C. During the entire growing season, the sum of active temperatures was 420 °C higher than in the Volgograd region. The prevailing weather conditions in the assessment areas with a limited moisture supply during the growing season against the background of a high thermal balance were characterized as satisfactory and generally favorable for the growth of melon plants. The analysis of the data of ecological testing of melon varieties of the selection of "FNC rice" and Bykovskaya BSOS in two zones of cultivation of melon crops showed that varieties with aligned genetic homogeneity are resistant to fusarium and temperature stress. The varieties form a high yield on dry land plots, which is 82.5% controlled by the genotype of the varieties and to a lesser extent by weather conditions. The marketability of harvested fruits by varieties ranges from 75% to 90%. The obtained results of agroecological tests in two zones differing in soil and climatic conditions confirm the possibility of using melon varieties of Kuban and Volgograd breeding for guaranteed cultivation of stable and high yields.

Key words: environmental testing, melon, variety, growing area, bogara, yield.

Введение

Первоначальные результаты и рекомендации по использованию новых отечественных сортов и гибридов дыни для почвенно-климатических условий получают филиалы ФГБУ «Госсортокомиссия». Однако количество испытательных полигонов данного подразделения в регионах ограничено, и, как правило, не обеспечивают полной оценки экологической адаптивности новых сортов с учетом всей разницы условий данной агрозоны. Для продвижения и внедрения в производство отечественных сортов необходимо размещение образцов на большем количестве демонстрационных площадок с целью сравнительной оценки и возможности ознакомления производителей с сортиментом дыни [3].

При товарном производстве правильный выбор сорта или гибрида дыни в значительной степени определяет устойчивость к комплексу неблагоприятных факторов в период вегетации и высокую потенциальную продуктивность, что в итоге характеризует адаптивность растений к конкретным почвенно-климатическим условиям региона и выявляет агробиологическую и экономическую целесообразность выращивания бахчевых культур [6, 10, 15]. Проведение экологических испытаний позволяет дифференцировать сорта по реакции на агрофон и адресно использовать их в производстве. Это позволит получать устойчивые и гарантированные урожаи без потерь от климатических условий зоны выращивания и дополнительных затрат на интенсификацию технологии выращивания. Часто, основной ошибкой является интродукция сортов без предварительной проверки на адаптивность к почвенно-климатическим условиям. Посадка не апробированного семенного материала может не дать удовлетворительных результатов в ожидаемом урожае [2, 8, 10, 16].

Цель исследований

Провести испытание сортов дыни селекции Быковской БСОС – филиала ФГБНУ ФНЦО и ФГБНУ «ФНЦ риса» для формирования адресного сортового сортимента для конкретной почвенно-климатической зоны выращивания.

Материалы и методы

С целью расширения и продвижения достижений отечественных селекционеров важным моментом становится определение адаптивности сортов дыни селекции Быковской БСОС и «ФНЦ риса» для выращивания в разных почвенно-климатических зонах. На базе селекционно-семеноводческих центров двух зон, отличающихся почвенно-климатическими условиями, проводили экологические испытания. Опытные делянки закладывали на участках в Центральной зоне Краснодарского края ФГБНУ «ФНЦ риса» и в сухостепной зоне Волгоградского Заволжья на селекционном питомнике Быковской БСОС – филиале ФГБНУ ФНЦО. Учеты и наблюде-

ния проводили в соответствии с рекомендованными методиками полевого опыта в овощеводстве [7, 13, 8]. Агротехнические мероприятия по выращиванию и защитные мероприятия на опытных участках выполняли в соответствии с разработанными рекомендациями для регионов [11, 12].

В Волгоградском Заволжье климат континентальный с жарким засушливым летом. Абсолютный максимум температуры воздуха в летний период достигает 38...44°C. Сумма среднесуточных температур выше 10°C – 2900...3150°C. В теплый период осадков выпадает 250...300 мм. Гидротермический коэффициент (ГТК) – 0,50...0,55. Почвы светло-каштановые, супесчаные, лёгкие по гранулометрическому составу. Обладают высокой водопроницаемостью, способны улавливать незначительные осадки. Содержание общего азота 0,12...0,15 %, общего фосфора 0,07 - 0,09 %, обменного калия – 120 - 180 мг/кг. Содержание гумуса до 1,1 % [14].

Климат центральной зоны Краснодарского края умеренно-континентальный с неустойчивым увлажнением (ГТК-0,7...1,2). За теплый период года (апрель – октябрь) выпадает осадков – 334...360 мм. Лето наступает рано - в мае и характеризуется быстрым нарастанием высоких температур, часто сухое и жаркое. Максимальная температура в июле-августе поднимается до 40...42°C. Сумма положительных среднесуточных температур за вегетационный период составляет 3400–3600°C. Почва – выщелоченный слитой чернозем. В пахотном горизонте содержится 3,5...4,6 % гумуса, 15...20 мг P_2O_5 , 20...30 мг K_2O и сумма поглощенных оснований 39 мг-экв на 100 г воздушно сухой почвы. После выпадения осадков пахотный горизонт склонен к заплыванию и образованию корки [1, 9].

Почвенно-климатические показатели этих двух зон удовлетворяют биологическим требованиям бахчевых культур и позволяют получать устойчивые урожаи на суходольных участках.

Результаты и обсуждение

Для адресной рекомендации использования отечественного сортимента дыни в конкретном регионе необходима предварительная оценка воздействия на эти сорта лимитирующих факторов окружающей среды. Погодные условия в районах проведения испытания сортов дыни были контрастными по температурному режиму и осадкам, что позволило дать всестороннюю оценку экологической адаптивности сортов дыни селекции ФГБНУ «ФНЦ риса» и Быковской БСОС – филиале ФГБНУ ФНЦО. К посеву семян приступают при прогревании почвы до 12-15 °C. В центральной зоне Краснодарского края дыня была посеяна в начале третьей декады апреля. Посев дыни на Быковской опытной станции проводился во второй декаде мая.

Весна в 2021 году была короткой. Лето наступило рано с интенсивным нарастанием высоких тем-

ператур. Появление всходов и рост растений дыни в центральной зоне Краснодарского края сдерживался возвратом низких температур в конце апреля и первой декаде мая. Температуры июня и июля были выше на 1,5...3,7 °С среднееголетние значения. В отдельные дни в период цветения температура воздуха поднималась до 39...41 °С, что отразилось на качестве опыления завязей. Погодные условия Волгоградского Заволжья характеризовались большим количеством осадков в мае и июне. Осадки в этот период превысили среднееголетние значения в 2,1-3,3 раза, что привело к ухуд-

шению фитосанитарного состояния посевов дыни в первые фазы развития растений. Третья декада июня, июль и август отличались низким количеством осадков и высокими температурами воздуха, средняя температура воздуха превышала среднееголетние значения на 1,6...2,2 °С.

Сложившиеся погодные условия в районах проведения оценки с лимитированным по влагообеспеченности периодом вегетации на фоне высокого теплового баланса характеризовались, как удовлетворительные и в целом были благоприятные для роста растений дыни (табл. 1).

Таблица 1. Метеорологические условия в период вегетации дыни, 2021 г.

Месяц	Сумма активных температур, °С		Сумма осадков, мм		ГТК (гидротермический коэффициент)	
	Краснодар	Волгоград	Краснодар	Волгоград	Краснодар	Волгоград
Апрель (III дек.)	128	102	16	5,3	1,25	0,52
Май	649	589	109	147	1,68	2,49
Июнь	753	703	113	92	1,50	1,3
Июль	965	843	88	13	0,91	0,16
Август	968	840	113	5	1,17	0,06
Сентябрь (I дек.)	204	171	7	9	0,34	0,51
За период вегетации	3667	3247	446	273	1,22	0,84

Сорта дыни селекции «ФНЦ риса» и Быковской БСОС, используемые в агроэкологическом испытании в двух зонах, относятся к «сортам-популяциям», в которых обнаруживается генетическая неоднородность, но благодаря многолетней сортоулучшающей работе они достаточно выровненные. Селекционная работа по созданию представленных сортов дыни проводилась на суходольных участках с высоким инфекционным фоном. Полученные сорта дыни не предъявляют высоких требований к влагообеспеченности и дают высокие урожаи на неорошаемых участках. Отборы в процессе селекционной работы позволили получить популяции с высокой устойчивостью к фузариозу и антракнозу.

Биометрические показатели плодов дыни, полученные в результате испытания в двух регионах, представлены в таблице 2. Средняя масса плодов по зонам выращивания была практически одинаковой, что свидетельствует о стабильности и независимости от условий выращивания по проявлению фенотипических признаков. По двум сортам волгоградской селекции Комета и Прима в условиях Краснодарского края на фоне более высокой влагообеспеченности были получены плоды в среднем на 0,2...0,6 кг выше по массе. В сухих степ-

ных условиях Заволжья, выгодно отличающихся по нагрузке вредоносными болезнями, у сорта Стрельчанка, селекции «ФНЦ риса», сформировались плоды на 0,3 кг крупнее. Чем крупнее плоды у дыни, тем больше они имеют коммерческую привлекательность. Доминирующая роль в формировании массы плодов принадлежала генотипу сортов дыни. Биометрические параметры плодов сортов дыни, используемых в экологических испытаниях по двум агрозонам, соответствовали сортовым характеристикам.

Содержание сухих растворимых веществ (СРВ) в мякоти плодов в первую очередь коррелирует с длиной вегетационного периода сортов. Минимальное количество СРВ накапливается в сортах ранней группы спелости, у которых созревание плодов наступает на 52...65 день после появления всходов – Таманская, Стрельчанка и Комета. С увеличением вегетационного периода сортов закономерно увеличивалось количество СРВ в мякоти плодов. Особенности погодных условий зоны выращивания в слабой степени оказали влияние на количественные показатели накопления сахаров. Просматривается тенденция к увеличению СРВ в пределах сортов в степных условиях Заволжья (табл. 2).

Таблица 2. Биометрические показатели плодов дыни по зонам выращивания

Сорт	Масса, кг		Среднее из 10 плодов, μ			СРВ, %
	max-min	средняя	высота (h),см	диаметр (d),см	индекс (h/d)	
Краснодарский край, центральная зона						
Комета	1,9-2,8	2,4	21	17	1,23	13,2
Гармония	1,8-2,2	2,5	22	15	1,47	8,3
Идиллия	2,3-3,1	2,7	19	19	1,01	14,3
Прима	3,5-6,1	5,2	30	21	1,44	13,0
Таманская	0,7-1,6	1,2	15	12	1,45	8,7
Стрельчанка	1,2-3,9	2,5	22	18	1,34	10,4
Золотистая (колхозница)	0,9-2,8	2,4	16	15	0,92	12,5
Славия	1,9-3,7	2,8	21	19	1,31	14,6
Волгоградская область, Заволжье						
Комета	3,8-1,5	2,2	21	16	1,34	13,2
Гармония	4,0-1,8	2,4	21	18	1,16	14,6
Идиллия	4,6-2,1	2,6	20	20	1,01	14,6
Прима	6,8-2,9	4,6	28	20	1,42	12,7
Таманская	1,8-0,8	1,2	17	12	1,41	10,8
Стрельчанка	1,2-3,0	2,2	21	17	1,24	11,4
Золотистая (колхозница)	2,8-0,8	2,4	17	16	1,06	12,8
Славия	4,2-1,8	2,8	22	19	1,15	14,6
Масса плода $F_{\text{факт.}} 67,22 > F_{\text{теор.}} 3,50$ $HCP_{05} = 0,2$ кг						
СРВ $F_{\text{факт.}} 2,02 < F_{\text{теор.}} 3,50$						
Индекс (h/d) $F_{\text{факт.}} 5,45 > F_{\text{теор.}} 3,50$ $HCP_{05} = 0,8$						

Температурный баланс зоны выращивания оказал влияние на длину вегетационного периода сортов дыни. В центральной зоне Краснодарского края в первые три месяца после посева сумма активных температур была выше на 50...122 °С, что способствовало ускорению созревания сортов ранней группы Волгоградской селекции Комета и Гармония на 3...4 дня. Из-за температурных стрессов в период плодоношения сортов дыни средней и поздней групп спелости, урожай плодов дыни Идиллия и Прима был собран на два дня позже, чем в степной зоне Заволжья. Сорта селекции «ФНЦ риса» раннего срока созревания Таманская и Стрельчанка в условиях Волгоградской области на фоне меньшего теплового ресурса и заниженном водном балансе созрели на 7...10 дней позже. У сортов средней и поздней групп спелости Золотистая и Славия увеличилась длина вегетационного периода, уборка урожая сдвинулась на 2...3 дня.

Анализ полученных результатов показал, что урожайность сортов селекции ФНЦ риса и Бы-

ковской БСОС не снижалась на суходольных участках, но зависела от зоны выращивания. В центральной зоне Краснодарского края почвенно-климатические условия оказались благоприятными почти для всех испытуемых сортов дыни (табл. 3). Несмотря на высокие температуры при благоприятном водном балансе, урожайность сортов Гармония и Комета на 2,1...7,3 т/га превышали показатели в степной зоне Заволжья. Урожайность сортов Кубанской селекции так же превышала на 1,3...3,3 т/га урожайность, полученную в Волгоградской области, кроме сорта Таманская (-1,3 т/га). У всех испытуемых сортов дыни не зависимо от зоны выращивания урожай товарных плодов был высоким - от 75 до 90 %. Только у сорта Таманская в Краснодарском крае товарность плодов была ниже на 5 %, чем в урожае, собранном в Волгоградской области. У дыни сорта Прима наоборот условия выращивания на Кубани позволили собрать товарных плодов на 10 % больше, чем в условиях зоны Заволжья.

Таблица 3. Урожайность и длина вегетационного периода сортов дыни по зонам выращивания

Сорт	Вегетационный период, дней	Урожайность т/га	Товарность плодов, %	Вкусовые качества, балл
Краснодарский край, центральная зона				
Комета	62	11,8	80	4
Гармония	75	15,9	85	5
Идиллия	82	16,8	90	5
Прима	85	24,6	90	5

Продолжение таблицы 3

Сорт	Вегетационный период, дней	Урожайность т/га	Товарность плодов, %	Вкусовые качества, балл
Таманская	52	8,9	75	4
Стрельчанка	58	13,9	85	4
Золотистая (Колхозница)	70	14,1	85	5
Славия	85	19,3	90	5
Волгоградская область, Заволжье				
Комета	67	11,4	80	4
Гармония	79	13,8	85	5
Идиллия	80	16,2	90	5
Прима	82	17,3	80	4
Таманская	62	10,2	80	4
Стрельчанка	65	11,4	85	4
Золотистая (Колхозница)	72	12,8	85	5
Славия	88	16,0	90	5
Длина вегетационного периода $F_{\text{факт.}} 17,70 > F_{\text{теор.}} 3,50$ Урожайность $F_{\text{факт.}} 5,36 > F_{\text{теор.}} 3,50$ Товарность $F_{\text{факт.}} 4,77 > F_{\text{теор.}} 3,50$				
$HCP_{05} = 4$ дня $HCP_{05} = 1,1$ т/га $HCP_{05} = 4,5$ %				

Оценка экологической адаптивности сортов дыни селекции ФНЦ риса и Быковской БСОС к климатическим условиям зоны выращивания по показателям урожайности показала различия сортов по их реакции на погодные условия вегетационного периода. Урожайность сортов дыни в 82,5 % случаев больше была связана с сортовыми свойствами, чем с погодными условиями, объясняя высокую адаптивность сортов к факторам погоды в период вегетации. Устойчивость плодоношения сортов дыни в условиях центральной зоны Краснодарского края и Заволжья по формуле Гутиева [5] высокая, так как коэффициент устойчивости плодоношения очень близок к единице ($Y_n = 0,82-0,92$).

Выводы

Анализ данных экологического испытания сортов дыни селекции «ФНЦ риса» и Быковской БСОС в двух зонах выращивания бахчевых культур показал следующее:

- используемые сорта дыни относятся к «сортам-популяциям» с выровненной генетической

однородностью, контролирующей проявления фенотипических признаков;

- по фитосанитарной оценке сорта обладают устойчивостью к почвенным патогенам (фузариозу);

- сорта устойчивы к температурным стрессам и отзывчивы на почвенно-климатические условия выращивания. При благоприятном температурном балансе и влагообеспеченности формируют плоды большей массы.

- формируют высокий урожай на суходольных участках, который 82,5 % контролируется генотипом сортов и в меньшей степени погодными условиями;

- товарность убранных плодов составляет 75...90 % с высокими вкусовыми качествами.

На основании полученных результатов агроэкологических испытаний в двух зонах, отличающихся почвенно-климатическими условиями, рекомендуется использовать в производстве сорта дыни Кубанской и Волгоградской селекции, для гарантированного получения стабильных и высоких урожаев.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вальков, В.Ф. Почвоведение (почвы северного Кавказа): учеб. для вузов / В.Ф. Вальков, Ю.А. Штомпель, В.И. Тюльпанов. – Краснодар: Сов. Кубань, 2002. – 728 с.: ил.
2. Верховодов, П.А. Пособие бахчеводству / П.А. Верховодов. – Ростов-на-Дону, 2009. – 100 с.
3. Гиш, Р.А. Овощеводство юга России: учебник / Р.А. Гиш, Г.С. Гикало. – Краснодар: ЭДВИ, 2012. – 632 с.
4. Государственный реестр селекционных достижений допущенных к использованию. – М., 2021. – Т.1. – 679 с.
5. Гутиев, Р.И. Устойчивость плодоношения и реализация биологических ресурсов плодовых культур Краснодарского края: Дисс. ...к. с.-х. наук. – Москва, 2002. – 109 с.
6. Жученко, А. А. Экологическая генетика культурных растений и проблемы агросферы (теория и практика) / А.А. Жученко. – М.: Агрорус, 2004. – Т. I. – 690 с.
7. Литвинов, С.С. Методика полевого опыта в овощеводстве / С.С. Литвинов. – М., 2011. – 649 с.
8. Лудилов, В.А. Аprobация бахчевых культур: справочное пособие / В.А. Лудилов, Ю.А. Быковский. – М., 2007. – 181 с.
9. Подколзин, О.А. Мониторинг плодородия почв земель Краснодарского края / О.А. Подколзин, И.В. Соколова, А.В. Осипов, В.Н. Слюсарев // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2017. – № 68. – С. 117-124.
10. Проблемы селекции, технологии возделывания и маркетинга овощебахчевых культур: Материалы международных научно-практических конференций в рамках I-II фестивалей «Синьор помидор» и VII-VIII «Российский арбуз». – Астрахань.: «Новая линия», 2010. – 260 с.

11. Рекомендации по выращиванию бахчевых культур в хозяйствах Волгоградской области.- Волгоград., 2007. – 40 с.
12. Цыбулевский, Н.И. Бахчевые культуры. Рекомендации / Н.И. Цыбулевский. – Краснодар, 2009. – 35 с.
13. Шмаль, В.В. Методика проведения испытаний на отличимость, однородность и стабильность / В.В. Шмаль. - М., 2005. – 119 с.
14. Электронный ресурс: <<https://www.gks.ru/dbscripts/munst/munst.htm> дата обращения 26.01.2022>
15. Grumet, R. Genetic Resources and Vulnerabilities of Major Cucurbit Crops / R. Grumet, D. James, Mc Creight, Cecilia McGregor et al // Genes, 2021 - 12(8). - P. 12-22. doi.org/10.3390/genes12081222
16. Shaogui, Guo The draft genome of watermelon (*Citrullus lanatus*) and resequencing of 20 diverse accessions / Guo Shaogui, Zhang Jianguo // Nature Genetics. - 2013. - Volume 45. – P. 51–58. <https://doi.org/10.1038/ng.2470>

REFERENCES

1. Valkov, V.F. Soil science (soils of the North Caucasus): studies. for universities / V.F. Valkov, Yu.A. Shtompel, V.I. Tulpanov. - Krasnodar: Sov. Kuban, 2002 - 728 p.
2. Verkhovodov, P.A. Handbook of melon growing. -Rostov-on-Don, 2009. - 100 p.
3. Gish, R.A. Vegetable growing in the South of Russia: textbook / R.A. Gish, G.S. Gikalo. - Krasnodar: EDVI, 2012. - 632 p.
4. State Register of breeding achievements approved for use. - М., 2021. -Т.1.- 679 p.
5. Gutiev, R.I. Stability of fruiting and realization of biological resources of fruit crops of Krasnodar Krai: Diss. ...Candidate of agricultural sciences. - Moscow. - 2002. - 109 p.
6. Zhuchenko, A. A. Ecological genetics of cultivated plants and problems of the agricultural sphere (theory and practice) / A. A. Zhuchenko. - М.: Agrorus, 2004. - Т. I. - 690 p.
7. Litvinov, S.S. Methodology of field experience in vegetable growing / S.S. Litvinov. - М., 2011.- 649 p.
8. Ludilov, V.A. Approbation of melon crops: a reference guide / V.A. Ludilov, Yu.A. Bykovsky. - М., 2007. - 181 p.
9. Podkolzin, O.A., Monitoring of soil fertility of the Krasnodar Territory lands/ O.A. Podkolzin, I.V. Sokolova, A.V. Osipov, V.N. Slyusarev // Proceedings of the Kuban State Agrarian University. - 2017. - № 68. - P. 117-124.
10. Problems of breeding, technology of cultivation and marketing of vegetable crops: Materials of international scientific and practical conferences within the framework of the I and II festivals "Signor Tomato" and in the VII-VIII centuries. "Russian watermelon". - Astrakhan.: "New line", 2010. - 260 p
11. Recommendations for the cultivation of melons in the farms of the Volgograd region.- Volgograd., 2007. - 40 p.
12. Tsybulevsky, N.I. Melon crops. Recommendations. - Krasnodar., 2009. - 35 p.
13. Shmal, V.V. Methods of conducting tests for distinctness, uniformity and stability / V.V. Shmal. - М., 2005. - 119 p.
14. Electronic resource: HYPERLINK «<https://www.gks.ru/dbscripts/munst/munst.htm> дата обращения 26.01.2022»
15. Grumet, R. Genetic Resources and Vulnerabilities of Major Cucurbit Crops / R. Grumet, D. James, Mc Creight, Cecilia McGregor et al // Genes, 2021 - 12(8). - P. 12-22 doi.org/10.3390/genes12081222
16. Shaogui, Guo The draft genome of watermelon (*Citrullus lanatus*) and resequencing of 20 diverse accessions / Guo Shaogui, Zhang Jianguo // Nature Genetics. - 2013. - Volume 45. – P. 51–58 <https://doi.org/10.1038/ng.2470>

Виктор Эдуардович Лазко

Ведущий научный сотрудник, заведующий лабораторией бахчевых и луковых культур,
E-mail: lazko62@mail.ru

Victor Eduardovich Lazko

Leading researcher of the laboratory of melon and onion crops
E-mail: lazko62@mail.ru

Ольга Владимировна Якимова

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

Olga Vladimirovna Yakimova

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

Екатерина Викторовна Ковалева

Ведущий агроном по семеноводству,
E-mail: evik22041976@mail.ru

Ekaterina Victorovna Kovaleva

Leading agronomist for seed production

Все: ФГБНУ «ФНЦ риса»

350921, г. Краснодар, пос. Белозерный, 3

All: FSBSI "FSC of rice"

3, Belozerny, Krasnodar, 350921

Елена Александровна Варивода

Старший научный сотрудник
E-mail: elena-varivoda@mail.ru

Elena Alexandrovna Varivoda

Senior Researcher
E-mail: elena-varivoda@mail.ru

Екатерина Сергеевна Масленникова

Научный сотрудник
E-mail: katerina.maslennikova.88@mail.ru

Ekaterina Sergeevna Maslennikova

Research Associate
E-mail: katerina.maslennikova.88@mail.ru

Все: Быковская БСОС – филиал ФГБНУ ФНЦО, 404067, Волгоградская обл, Быковский район, поселок Зеленый, ул. Сиреневая, 11.

All: Bykovskaya BSOS - branch of FSBI FNTSO, 11, Lilac street, village Green, Bykovsky district, Volgograd region, 404067, Russia.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПАРАМАГНИТНЫХ СВОЙСТВ И БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ЛУГОВО-ЧЕРНОЗЕМНОЙ ПОЧВЫ

С целью установления различий физико-химических параметров гумусовых веществ и биологических характеристик лугово-черноземных почв при антропогенных воздействиях проведено изучение парамагнитных свойств методом ЭПР спектрометрии и целлюлозолитической активности лабораторным методом. Объектами исследования служили почвы залежного участка, богарной пашни, рисовой оросительной системы и парковой зоны. Установлены различия между обследованными участками по содержанию свободных радикалов гумусовых соединений и активности целлюлозоразрушающих микроорганизмов. Максимальными значениями этих показателей отличается почва залежи, наиболее низкими – парковой зоны и богарной пашни. Показано, что величина целлюлозолитической активности определяется, главным образом, наличием и характером поступления свежего органического вещества, его составом. Она является достаточно мобильной и может быть использована для оценки краткосрочных изменений, обусловленных преимущественно текущими воздействиями, в том числе агротехническими приемами. Величина электронного парамагнитного потенциала позволяет рассчитать концентрацию свободных радикалов гумусовых соединений, которая рассматривается как один из показателей гумусного состояния почвы. Она определяется как поступлением органических остатков, их гумификацией, так и процессами трансформации гумусовых соединений почвы. Парамагнитные свойства гумусовых соединений предлагается использовать для определения трансформированности почв при различных видах антропогенных воздействий.

Ключевые слова: гумусовые вещества, электронный парамагнитный резонанс, целлюлозолитическая активность, антропогенное воздействие, трансформация почв.

COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF PARAMAGNETIC PROPERTIES AND BIOLOGICAL ACTIVITY OF MEADOW-CHERNOZEM SOILS

In order to establish differences in the physicochemical parameters of humus substances and the biological characteristics of meadow-chernozem soils under various anthropogenic influences, paramagnetic properties were studied by the EPR method of spectrometry and cellulolytic activity by the laboratory method. The objects of research were the soils of the fallow plot, rainfed arable land, rice irrigation system and park area. The differences between the surveyed sites in terms of the content of free radicals of humus compounds and the activity of cellulose-destroying microorganisms were established. The maximum values of these indicators are distinguished by the soil of the deposit, the lowest - the park zone and rainfed arable land. It is shown that the magnitude of cellulolytic activity is determined mainly by the presence and nature of the intake of fresh organic matter, its composition. It is quite mobile and can be used to assess short-term changes due mainly to current impacts, including agricultural practices. The value of the electron paramagnetic potential makes it possible to calculate the concentration of free radicals of humus compounds, which is considered as one of the indicators of the humus state of the soil. It is determined both by the inflow of organic residues, their humification, and by the processes of transformation of humus compounds of the soil. Paramagnetic properties of humus compounds are proposed to be used to determine the transformation of soils under various types of anthropogenic influences.

Key words: humus substances, electron paramagnetic resonance, cellulolytic activity, anthropogenic impact, soil transformation.

Введение

Почва является ключевым элементом ландшафта, через нее осуществляется взаимосвязь всех других его компонентов. Это обусловлено наличием ее глобальных и биоценологических функций. Благодаря им также реализуются экологические услуги почв, играющие важную роль в жизни и деятельности человека.

В разных ситуациях изменения свойств почв отличаются по форме и степени выраженности. Для правильной оценки характера происходящих в почвах изменений, ведущих к снижению их плодородия и нарушению экологических функций, необходимо знать не только величину этого снижения, но и формы их проявления. Для этого важно знать особенности происходящих в почвах не только

суммарных изменений, но и изменений каждого свойства почв в отдельности.

Важным компонентом почв являются гумусовые соединения, с наличием и составом которых связаны практически все их свойства. Это обуславливает их место в исследованиях, направленных на изучение современной эволюции почв в условиях антропогенного прессинга. В силу сложности и гетерогенности веществ почв актуальным является выбор тех их характеристик, которые являются чувствительными к внешним воздействиям, в том числе и антропогенным, и позволяют наиболее адекватно оценить изменения, вызванные ими. В этом отношении представляется перспективным изучение возможности использования для этой цели показателей, характеризующих структурно-функциональные параметры гумусовых соединений.

Одним из методов, позволяющих получать прямую информацию о важнейших физико-химических параметрах гумусовых соединений, является метод электронного парамагнитного резонанса (ЭПР) [1, 2, 5, 6, 10, 14, 15, 17-20]. ЭПР-спектроскопия обладает высокой чувствительностью и дает многообразную информацию о строении веществ, содержащих свободные радикалы, которые благодаря большому запасу энергии и высокой активности играют большую роль в большинстве химических реакций между органическими, органоминеральными и минеральными соединениями в почвах [8].

Чувствительным индикатором воздействия человека являются почвенные микроорганизмы. Вследствие изменения свойств антропогенно нарушенных почв преобразуются естественные ниши микробного сообщества, нарушается структурно-функциональная организация, физиологическое состояние и активность, реализующие осуществление углеродного и азотного циклов. Одной из информативных биологических характеристик почв является целлюлозолитическая активность.

Интенсивность разложения целлюлозы в почве является интегрированным показателем биологической активности почвы, поскольку зависит от сложившегося почвенного плодородия. Процесс разложения органического вещества является важным неотъемлемым звеном мирового биогеохимического круговорота элементов, во многом определяет плодородие почв [12, 13]. Скорость разложения целлюлозы влияет на скорость разложения органики в целом. Данный показатель можно рассматривать как количественную меру почвенного плодородия, а чистую целлюлозу как модельный субстрат для разложения, на фоне которого можно определить действие факторов внешней среды и изучить свойства почвы [9].

В связи с выше изложенным представляет интерес исследование физико-химических и биологических свойств почв в условиях антропогенных

воздействий.

Цель исследований

Изучить парамагнитные характеристики гумусовых соединений и целлюлозолитическую активность (ЦА) лугово-черноземной почвы при различных антропогенных воздействиях.

Материалы и методы

Для решения задач, поставленных в исследовании, были выбраны участки, испытывающие различное антропогенное воздействие. Объектами изучения служили образцы лугово-черноземной почвы, отобранные в границах пос. Белозерного и представленные следующими угодьями:

- залежь с разнотравно-злаковой растительностью;
- богарная пашня, посев пшеницы в фазе молочно-восковой спелости;
- рисовая оросительная система ФГБНУ «ФНЦ риса», карта 14, чек 5, люцерна 2-го года;
- парковая зона ФГБНУ «ФНЦ риса».

На каждом объекте было заложено три пробные площадки размером 50×50 см, на которых были отобраны почвенные образцы из слоев 0-10 и 10-20 см. После высушивания и измельчения почвы были проведены лабораторные определения активности разложения целлюлозы и электронного парамагнитного потенциала (ЭПР) методом ЭПР-спектроскопии [11]. Измерение спектров ЭПР проводили в воздушно-сухих образцах почвы, измельченной до пудровидного состояния на спектрометре JES FA 300 ("JEOL", Япония) при температуре 24°C в X диапазоне. Параметры измерения: сверхвысокочастотное излучение мощностью 1 мВт, частота микроволнового излучения $\approx 9,15$ ГГц, амплитуда высокочастотной модуляции – 0,1 мТл. Концентрацию парамагнитных центров в образцах определяли путем сравнения с сигналом стандартного образца (2,2,6,6-тетраметилпиперидин-1-ил) оксидант, ТЕМРО), содержащего $6,4 \times 10^{-7}$ моль парамагнитных центров. Интегральную интенсивность сигнала ЭПР в исследуемых образцах вычисляли путем двойного численного интегрирования [4].

Результаты и обсуждение

Анализ результатов ЭПР-спектроскопии свидетельствует, что объекты исследования существенно различаются между собой по концентрации свободных радикалов, характеризуются сильной изменчивостью и варьируют от $3,22 \times 10^{-9}$ до $37,06 \times 10^{-9}$ моль/г (коэффициент вариации превышает 50 %). Наибольшее их количество обнаружено в верхнем десятисантиметровом слое почвы залежного участка и рисового чека (рис. 1). С глубиной в слое 10-20 см их содержание значительно уменьшается – в 5 и 4 раза соответственно.

Установленная динамика данного показателя, очевидно, в значительной степени обусловлена различиями в поступлении свежего органического

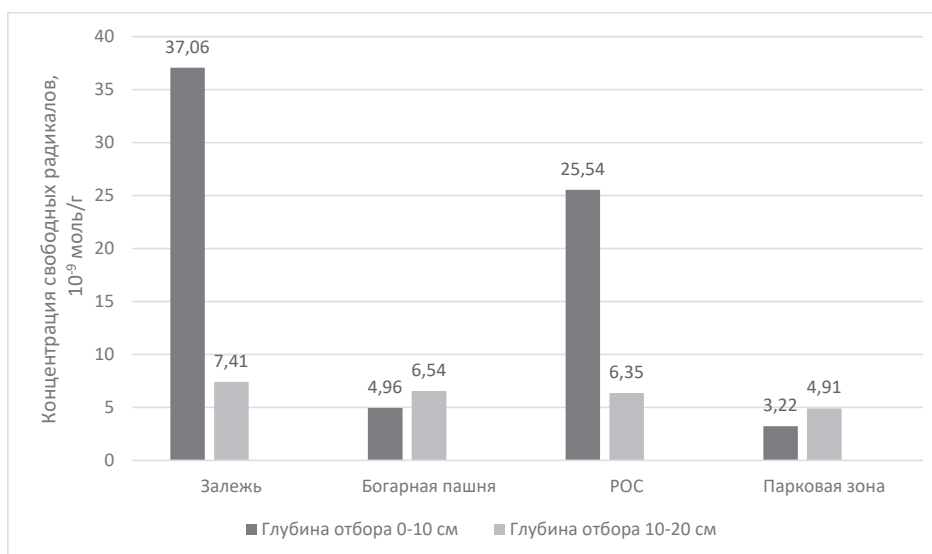


Рисунок 1. Концентрация свободных радикалов гумусовых соединений в лугово-черноземной почве

го вещества и процессах гумусообразования. Так, участок, представляющий залежь, более 20 лет не используется в хозяйственных и иных целях и не испытывает прямого антропогенного воздействия. В результате чего на этой территории сформировались рудеральные сообщества, представленные разнотравно-злаковой растительностью. Растения не скашиваются, образующийся опад формирует подстилку. Таким образом создаются благоприятные условия для образования и накопления гумуса. Образующиеся в верхнем слое молодые гумусовые соединения являются менее конденсированными, чем более зрелые, что определяет высокую концентрацию свободных радикалов в их составе. В нижнем расположенном слое процессы гумификации выражены слабее из-за особенностей поступления свежего органического вещества, гумусовые вещества представлены более зрелыми формами, вследствие чего существенно сокращается доля свободных радикалов [7].

Аналогичная картина наблюдается и для почвы рисового чека, при том что абсолютные значения изучаемого показателя в этом варианте ниже. Относительно активное новообразование гумусовых соединений на этом участке обусловлено выращиванием в течение двух лет люцерны, которая обеспечивает более высокое поступление свежих органических остатков по сравнению с другими культурами рисового севооборота [16]. В свою очередь погодные условия соответствующих лет обеспечивали возможность протекания процессов гумификации и в межвегетационный период с образованием молодых слабоконденсированных гумусовых соединений. Еще одной причиной накопления соединений с более выраженной алифатической частью могут служить восстановительные

условия при выращивании риса с затоплением, которые способствуют деградации гуминовых кислот с образованием и накоплением фульвокислот [3].

На богарном участке и парковой зоне выявлена иная закономерность. В этих вариантах концентрация свободных радикалов находилась в интервале $3,22 \times 10^{-9}$ – $6,54 \times 10^{-9}$ моль/г, причем она была ниже в слое 0-10 см и незначительно возрастала с глубиной: в 1,3 и 1,5 раза соответственно. На богаре это может быть обусловлено более интенсивной минерализацией в верхней части профиля в первую очередь менее ароматизированных гумусовых соединений из-за лучших условий окисления в результате рыхления, а также отчасти благодаря внесению минеральных удобрений, активизирующих этот процесс.

В парковой зоне установленный характер распределения, очевидно, определяется главным образом характером закрепления и миграции гумусовых соединений. В верхней части профиля аккумулируются более зрелые конденсированные формы, а менее сложные легче перемещаются с нисходящими токами почвенного раствора.

Целлюлозолитическая активность (ЦА) является показателем биологического состояния почв. Эта характеристика, наряду с другими микробиологическими показателями, является весьма чувствительной к изменениям факторов окружающей среды, имеет малый период отклика, быстрее, чем другие свойства почв (химические, физико-химические, физические), а также растительность, реагирует на любые внешние возмущения. По этой причине показатели биологической активности почв, включая целлюлозолитическую, используют для ранней диагностики трансформации почв в условиях антропогенного прессинга.

Анализ целлюлозолитической активности объектов исследования свидетельствуют, что они различаются между собой по этому показателю (рис. 2). Максимальная величина ЦА установлена в слое 0-10 см почвы рисового чека. Это, очевидно, обусловлено наличием легкоразлагаемого органического вещества, обогащенного азотом, – по-

укосных остатков и опада люцерны, что, в свою очередь, способствовало активному развитию и деятельности целлюлозоразлагающих микроорганизмов. С глубиной поступление органических остатков меньше, определяется количеством отмерших корней, и в результате снижается активность микроорганизмов.

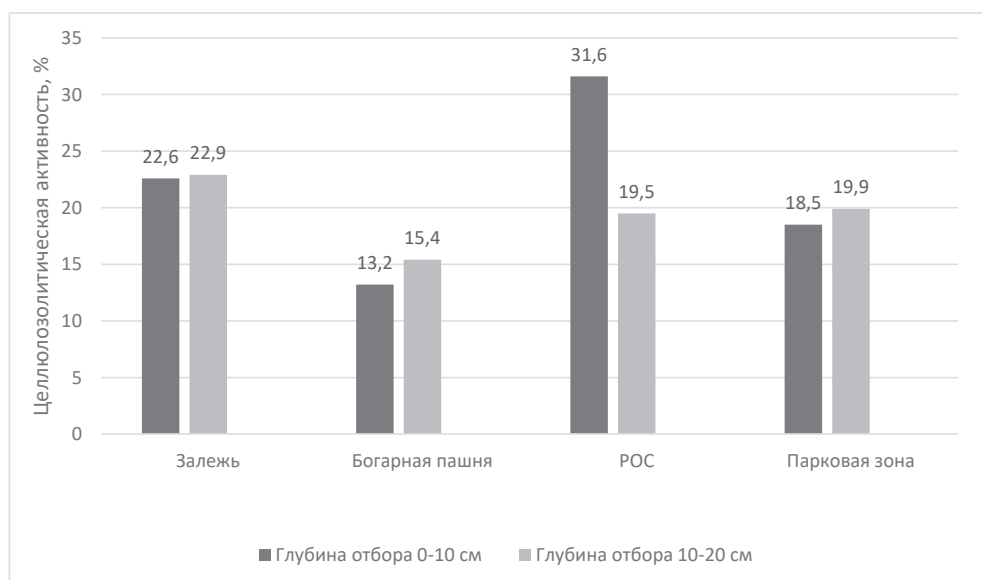


Рисунок 2. Целлюлозолитическая активность лугово-черноземной почвы

Характер поступления и распределения органических остатков определяет также целлюлозолитическую активность и в других вариантах опыта. Так, на залежном участке и в парке имеет место постоянное поступление органического вещества в форме отмирающих частей травянистых растений и опада древесных пород. Причем, на залежи биопродуктивность, а соответственно и количество растительных остатков, поступающих в почву в течение года, выше чем в древесном сообществе парка. Соответственно в первом случае создаются более благоприятные условия для деятельности микроорганизмов, разрушающих клетчатку, о чем свидетельствуют полученные результаты. Дифференциация по глубине величины ЦА в этих вариантах опыта практически отсутствует.

Богарная пашня характеризуется крайне низким поступлением свежего органического вещества за время вегетации озимой пшеницы, возделываемой в год исследования. При проведении отборов на поверхности почвы отмерших остатков растений не наблюдалось. Таким образом сложившийся режим поступления органики в этом варианте опыта не способствовал высокой активности целлюлозолитической микрофлоры. В связи с этим богара отличалась наиболее низкими значениями ЦА.

По результатам исследования был рассчитан коэффициент корреляции между данными, полученными методом ЭПР спектроскопии, и величиной целлюлозолитической активности. Установлено,

что корреляционная связь между указанными характеристиками оценивается как средняя, $r = 0,52$. Наличие связи обусловлено тем, что величина обоих показателей зависит от поступления и разложения органического вещества в почву. При этом ЦА определяется главным образом наличием свежих, неразложившихся растительных остатков, являющихся субстратом для микроорганизмов, разрушающих клетчатку. В свою очередь величина электронного парамагнитного резонанса зависит от концентрации свободных радикалов в составе гумусовых соединений, которые в большей мере представлены в менее конденсированных фракциях, в том числе в молодых, новообразованных гумусовых веществах. Количество же последних зависит от наличия источника свежего органического вещества и активности микрофлоры, процессов гумификации и трансформации почвенного гумуса.

Выводы

Таким образом, на основании результатов проведенных исследований установлены существенные различия между почвами с различными типами использования как по физико-химическим (величина электронного парамагнитного резонанса гумусовых соединений), так и по микробиологическим (целлюлозолитическая активность) характеристикам. Их величина зависит от поступления органических остатков в почву, их разложения и гумификации, которые были специфическими в ва-

риантах опыта и определялись типом использования исследованных участков.

Исходя из специфики поведения изучаемых показателей представляется возможным использовать их для оценки преобразованности почв при различных видах антропогенных воздействий. Целесообразно использовать в качестве показателя ранней диагностики и текущего состояния

биологической активности почв. Является более динамичным показателем, чем ЭПР. Парамагнитные свойства характеризуют более глубокие изменения и могут быть применены для характеристики трансформированности почв при различных типах использования. Однако для реализации этого направления необходимы дополнительные исследования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бабанин, В. Ф. О природе линий в спектрах ЭПР гумусовых кислот / В. Ф. Бабанин, В. П. Ильин, Д. С. Орлов, Т. В. Федотов, О. П. Яблонский // Почвоведение. – 1977. – № 1. – С. 65-72.
2. Базарова, О. В. Исследование гуминовых кислот (ГК), модифицированных N-содержащими соединениями, методом нелинейной ЭПР-спектроскопии / О. В. Базарова, В. М. Дударчик, С. Г. Прохоров, В. П. Стригуцкий, В. С. Жданов // Почвоведение. – 1992. – № 1. – С. 155-158.
3. Кауричев, И. С. Особенности генезиса почв временного избыточного увлажнения: автореф. дисс. ... д-ра. с.-х. наук / И. С. Кауричев. – М, 1965. – 38 с.
4. Кукаев, Е. Н. Спектроскопия электронного парамагнитного резонанса. Методические указания к лабораторной работе / сост. Е. Н. Кукаев, А. Ю. Куksин, А. О. Тишкина – М.: МФТИ, 2016. – С. 3-5.
5. Лодыгин, Е. Д. Структурно-функциональные характеристики высокомолекулярных соединений почв по данным ^{13}C ЯМР и ЭПР спектроскопии / Е. Д. Лодыгин, В. А. Безносиков // Журнал прикладной химии. – 2006. – Т. 79. – №9. – С. 65-72.
6. Лодыгин, Е. Д. Парамагнитные свойства гумусовых кислот подзолистых и болотно-подзолистых почвы / Е. Д. Лодыгин, В. А. Безносиков, С. Н. Чуков // Почвоведение. – 2007. – № 7. – С. 807-810.
7. Орлов, Д. С. Гумусовые кислоты почв и общая теория гумификации / Д. С. Орлов – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1990. – 326 с.
8. Орлов, Д. С. Органическое вещество почв России / Д. С. Орлов // Почвоведение. – 1998. – № 3 – С. 1049-1057.
9. Пряженникова, О. Е. Целлюлозолитическая активность почв в условиях городской среды / О. Е. Пряженникова // Вестник КемГУ, 2011. – № 3(47) – С. 9-13.
10. Стригуцкий, В. Н. Исследование структуры гуминовых кислот методом нелинейной ЭПР-спектроскопии / В. Н. Стригуцкий, Ю. Ю. Навоша, Т. П. Смынник, Н. Н. Бамбалов // Почвоведение. – 1992. – № 1. – С. 147-150.
11. Титова, В. И. Агро- и биохимические методы исследования состояния экосистем: учеб. пособие для вузов / В. И. Титова, Е. В. Дабахова, М. В. Дабахов. – Н. Новгород: Изд-во ВВАГС, 2011. – 170 с.
12. Ушаков, Р. Н. Физико-химический блок плодородия агросерой почвы / Р. Н. Ушаков, Д. В. Виноградов, Н. А. Головина // Агрохим. вестн. – 2013. – № 5. – С. 12-13.
13. Физико-химическая модель плодородия серой лесной почвы как информационной основы ее устойчивости к неблагоприятным воздействиям / Р. Н. Ушаков, Д. В. Виноградов, В. И. Гусев [и др.] // Почвы Азербайджана: генезис, география, мелиорация, рациональное использование и экология: Материалы Междунар. науч. конф. – Баку; Габала: НАН Азербайджана, 2012. – С. 1013-1018.
14. Цыпленков, В. П. Парамагнитная активность органического вещества некоторых почв / В. П. Цыпленков, С. Н. Чуков // Почвоведение. – 1998. – № 1. – С. 123-127.
15. Чуков, С. Н. Структурно-функциональные параметры органического вещества почв в условиях антропогенного воздействия / С. Н. Чуков. СПб.: Изд-во С.-Пб. ун-та, 2001. – 216 с.
16. Щащенко, В. Ф. Люцерна и промежуточные культуры в рисовых севооборотах / В. Ф. Щащенко, В. Г. Нестеренко – Краснодар: Краснодар. кн. изд-во, 1980. – 112 с.
17. Abakumov, E. ^{13}C NMR and ESR characterization of humic substances isolated from soils of two siberian arctic islands / E. Abakumov, E. Lodygin, V. Tomashunas // International Journal of Ecology. – 2015. – V. 215. P. 390-395.
18. Neto, L. M. Effects of cultivation on ESR spectra of organic matter from soil size fractions of mollisol / L. M. Neto, A. A. Enrique, T. D. Gomes // Soil Sci. – 1994. – V. 157. – № 6. – P. 365-372.
19. Neto, L. M. EPR of micronutrients-humic substances complexes extracted from a Brazilian soil / L. M. Neto, O. R. Nascimento, J. Talamoni, N. R. Poppi // Soil Sci. – 1991. – V. 151. – № 5. – P. 369-373.
20. Shnitzer, M. Free radicals in soil humic compounds / M. Shnitzer, S. Y. Skinner // Soil. Sci. – 1969. – V. 108. – № 6. – P. 383-390.

REFERENCES

1. Babanin, V. F. O prirode linii v spektrakh EPR humusovykh acid / V. F. Babanin, V. P. Ilyin, D. S. Orlov, T. V. Fedotov, O. P. Yablonskii // Soil science. – 1977. – № 1. – P. 65-72.
2. Bazarova, O. V. Issledovanie huminovyyh acids (GK), modified N-co-containing compounds, by method of nonlinear EPR-spectroscopy / O. V. Bazarova, V. M. Dudarchik, S. G. Prokhorov, V. P. Strigutskiy, V. S. Zhdanov // Soil Science. – 1992. – № 1. – P. 155-158.
3. Kaurichev, I. S. Features of the genesis of soils of temporary excessive moisture: autoref. diss. ... Dr. s.-kh. nauk / I. S. Kaurichev – M, 1965. – 38 p.
4. Kukaev, E. N. Spectroscopy of electron paramagnetic resonance. Methodical instructions for laboratory work / comp. E. N. Kukaev, A. Y. Kuksin, A. O. Tishkina – M.: MIPT, – 2016. – P. 3-5.
5. Lodygin, E. D. Structural and functional characteristics of high-molecular soil compounds according to ^{13}C NMR and EPR spectroscopy / E. D. Lodygin, V. A. Beznosikov // Journal of Applied Chemistry. – 2006. – Т. 79. – №9. – P. 65-72.
6. Lodygin, E. D. Paramagnetic properties of humic acids podzolistikh i bolotno-podzolistykh fil' / E. D. Lodygin, V. A.

Beznosikov, S. N. Chukov // Soil Science. – 2007. – P. 807 - 810.

7. Orlov, D.S. Humus acids of soils and general theory of gumification / D. S. Orlov – M.: Izd-vo Mosk. un-ta, 1990. – 326 p.

8. Orlov, D.S. Organic matter of soils of Russia / D. S. Orlov // Soil science. – 1998. – № 3 – P. 1049-1057.

9. Pryazhennikova, O. E. Cellulolytic activity of soils in the conditions of urban environment / O. E. Pryazhennikova // Vestnik KemGU. – 2011. – № 3(47) – P. 9-13.

10. Strigutskii, V. N. Issledovanie struktura huminovykh acids by method of nonlinear EPR-spectroscopy / V. N. Strigutskii, Y. Y. Navosha, T. P. Smynnik, N. N Bambalov // Soil Science. – 1992. – № 1. – P. 147-150.

11. Titova, V. I. Agro- and biochemical methods of studying the state of ecosystems: studies. posobie dlya vuzov / V. I. Titova, E. V. Dabakhova, M. V. Dabakhov. – N. Novgorod: Izd-vo VVAGS, 2011. – 170 p.

12. Ushakov, R. N. Fiziko-khimicheskii blok fertility agroseroy fil'evoy filota / R. N. Ushakov, D. V. Vinogradov, N. A. Golovina // Agrohimi. vestn. – 2013. – № 5. – P. 12-13.

13. Physico-chemical model of fertility of the gray forest soil as an information basis for its resistance to adverse influences / R. N. Ushakov, D. V. Vinogradov, V. I. Gusev [i dr.] // Soils of Azerbaijan: genesis, geography, melioration, rational use and ecology: Materials Mezhdunar. Scientific. Conf. – Baku; Gabala: NAS Azerbaijan, 2012. – P. 1013-1018.

14. Tsyplenkov, V. P. Paramagnetic activity of organic matter of some soils / V. P. Tsyplenkov, S. N. Chukov // Soil Science. – 1998. – № 1. – P. 123-127.

15. Chukov, S. N. Structural-functional parameters of organic matter of soils in the conditions of anthropogenic impact / S.N. Chukov SPb.: Izd-vo S.-Pb. un-ta, 2001. – 216 p.

16. Shashchenko, V.F. Lucerne and intermediate cultures in rice crop rotations / V. F. Shashchenko, V. G. Nesterenko – Krasnodar: Krasnodar. Kn. izd-vo, 1980. – 112 p.

17. Abakumov, E. ¹³C NMR and ESR characterization of humic substances isolated from soils of two siberian arctic islands / E. Abakumov, E. Lodygin, V. Tomashunas // International Journal of Ecology. 2015. – V. 215. P. 390-395.

18. Neto, L. M. Effects of cultivation on ESR spectra of organic matter from soil size fractions of mollisol / L. M. Neto, A. A. Enrique, T. D. Gomes // Soil Sci. – 1994. – V. 157. – № 6. – P. 365-372.

19. Neto, L.M. EPR of micronutrients-humic substances complexes extracted from a Brazilian soil / L. M. Neto, O. R. Nascimento, J. Talamoni, N. R. Poppi // Soil Sci. – 1991. – V. 151. – № 5. – P. 369-373.

20. Shnitzer, M. Free radicals in soil humic compounds / M. Shnitzer, S. Y. Skinner // Soil. Sci. – 1969. – V. 108. – № 6. – P. 383-390.

Сергей Николаевич Болотин

Заведующий кафедрой геоэкологии
и природопользования
E-mail: bolotka@list.ru
Тел.: +7(918)3222742

Sergey Nikoilaevich Bolotin

Head of the Department of Geoecology
and Natural Resources
E-mail: bolotka@list.ru
Тел.: 7(918)3222742

Татьяна Федоровна Бочко

Доцент кафедры геоэкологии и
природопользования
E-mail: bochko_tatiana@mail.ru
Тел.: +7(928)4253248

Tatiana Fedorovna Bochko

Assistant Professor of Geoecology
and Natural Resources
E-mail: bochko_tatiana@mail.ru
Тел.: 7(928)4253248

Анастасия Владимировна Халяпина

Магистрант кафедры геоэкологии и
природопользования
E-mail: khalyapina3105@mail.ru
Тел. +7(918)0812707

Anastasiya Wladimirovna Khalyapina

Undergraduate of Geoecology
and Natural Resources
E-mail: khalyapina3105@mail.ru
Тел.: 7(918)0812707

Все: ФГБОУ ВО «Кубанский государственный
университет»
350040, Краснодар, ул. Ставропольская, 149

All: Kuban State University
149, Stavropolskaya st., Krasnodar, 350040, Russia

**ВЛИЯНИЕ ОСВЕЩЕНИЯ РАЗЛИЧНЫМИ ТИПАМИ ЛАМП
НА РОСТ И РАЗВИТИЕ РАСТЕНИЙ ТОМАТА**

Для роста и развития растений в искусственных условиях необходим свет. Морфогенез растений находится в прямой зависимости от уровня освещенности, длительности светового периода и спектра искусственного источника света. В статье представлены результаты влияния различных типов освещения на рост, развитие и продуктивность растений томата. Исследования проводили в условиях камеры искусственного климата КВ - 2РП. Для освещения растений применяли светодиодные фитолампы в соотношении красный/синий спектр излучения 5/1 и дуговые ртутные лампы ДРЛ-400. Для исследования использовали селекционный материал томата ФГБНУ «ФНЦ риса». Установлено, что энергопотребление ртутных ламп в 12 раз больше чем светодиодов. При освещении лампами ДРЛ-400 температура в камере искусственного климата (в пределах +28..+32 °С) была выше оптимальной для роста и развития томата. Рассада, выращенная под ртутными лампами, оказалась более вытянутая. При большей высоте, растения имели меньший диаметр стебля и число листьев. Применение фитоламп при выращивании рассады в первые 3 недели от всходов способствовало формированию более качественной коренистой рассады. Дальнейшее применение светодиодов оказало ингибирующее действие на темпы роста и развития томатов, что сказалось на их плодоношении (уменьшилось количество плодов и продуктивность растений). Выявлено, что при высадке растений в теплицу в течение месяца происходит выравнивание биометрических показателей. Использование светодиодного досвечивания при выращивании рассады позволило увеличить урожайность томата на 1,1 кг/м², в первую очередь за счет раннего плодоношения.

Ключевые слова: томат, ртутные лампы, фитолампы, рассадный период, фенология, биометрия, урожайность.

**THE EFFECT OF LIGHTING BY VARIOUS TYPES OF LAMPS ON THE GROWTH AND
DEVELOPMENT OF TOMATO PLANTS**

Light is necessary for the growth and development of plants in artificial conditions. The morphogenesis of plants is directly dependent on the level of illumination, the duration of the light period, as well as on the spectrum of an artificial light source. The article presents the results of the influence of various types of lighting on the growth, development and productivity of tomato plants. The research was carried out in the conditions of the KV-2RP artificial climate chamber. LED phytolamps in the ratio of red/blue radiation spectrum 5/1 and arc mercury lamps DRL-400 were used to illuminate plants. For the study, the selection material of the tomato of the FGBNU "FNC rice" was used. It is established that the energy consumption of mercury lamps is 12 times more than LEDs. When illuminated with DRL-400 lamps, the temperature in the artificial climate chamber (within +28 .. +32 oC) was higher than optimal for the growth and development of tomatoes. Seedlings grown under mercury lamps turned out to be more elongated. At a higher height, the plants had a smaller stem diameter and the number of leaves. The use of phytolamps when growing seedlings in the first 3 weeks from germination contributed to the formation of a higher-quality stocky seedlings. The further use of LEDs had an inhibitory effect on the growth and development of tomatoes, which affected their fruiting (the number of fruits and plant productivity decreased). It was revealed that when planting plants in a greenhouse. Biometric indicators are leveled during the month, the use of LED illumination during seedling cultivation allowed to increase tomato yield by 1.1 kg / m², primarily due to early fruiting.

Key words: tomato, mercury lamps, phytolamps, seedling period, phenology, biometrics, yield.

Введение

Для нормального роста растений необходим свет. Эффективное выращивание растений в искусственных условиях возможно только при использовании освещения дополнительными источниками света. Свет является основным экологическим фактором, влияющим на рост растений и производство биомассы. Электрические лампы используются для выращивания растений уже почти 150 лет: от

ламп накаливания, закрытых газоразрядных ламп, натриевых ламп высокого давления до дуговых ртутных люминофорных ламп (ДРЛ), которые до сих пор являются наиболее популярными для дополнительного освещения растений при выращивании в светокультуре [7]. Лампы ДРЛ обладают ярким светом, надежностью, длительным сроком службы и широким спектром света, который подходит для многих видов растений. Эти лампы излучают свет в

видимом (400–700 нм) и невидимом (700–850 нм) диапазонах, но пик излучения приходится на область желтого света (~589 нм) [14].

В настоящее время томат (*Solanum Lycopersicum* L.) является одной из основных овощных культур во всем мире. Его выращивают как в тропических, субтропических, так и в умеренных зонах. Недостаточная интенсивность или качество света ограничивают рост и развитие растений томатов, особенно во время развития первого соцветия, и поэтому его качество ухудшается [12]. Параметры светового режима оказывают не только прямое влияние на фотосинтез и рост растений, но и в значительной мере определяют их морфогенез и онтогенез [11]. Рост и развитие растений находятся в прямой зависимости от уровня освещенности, длительности светового периода, а также от спектра искусственного источника света. Проведенные ранее исследования не выявили существенной разницы в прохождении фаз вегетации в условиях выращивания томата в камере искусственного климата при освещении растений лампами ДРЛ-400 и пленочной теплицы [1]. Освещение с использованием светоизлучающих диодов (фитоламп) представляет собой принципиально иную технологию по сравнению с газоразрядными лампами и имеет больше преимуществ, чем традиционные формы освещения. Их малый размер, долговечность, длительный срок службы, холодная температура излучения и возможность выбора конкретных длин волн для целевого использования делает светодиоды более подходящими для использования, чем многие другие источники света [15]. В 1990 году было испытано влияние светоизлучающих диодов на рост и развитие растений салата [13]. И в настоящее время фитолампы все чаще используются для освещения растений. Такое освещение позволяет сократить потребление электроэнергии до 50 % и повысить производительность выращивания рассады на 20 % [5]. Полезность таких ламп в том, что у них повышенное световое излучение в цветовых спектрах, которые необходимы растениям. Экспериментальные исследования многих авторов по выращиванию сельскохозяйственных культур показали, что использование светодиодного освещения изменяет рост растений. Наиболее эффективным светодиодное освещение будет при совместном использовании синих и красных светодиодов. В этом случае действие суммируется и возникает синергетический эффект [3, 4]. Совокупность светодиодов разных цветов и длин волн позволяет получать излучение, благотворно влияющее на развитие рассады. Так, красный свет, обладающий длиной волны в 630–670 нанометров, способствует выработке хлорофилла А, а синий с волновой длиной в 430–465 нанометров – хлорофилла В (рис. 1).

Иными словами, красное излучение фитоламп оказывает благотворное влияние на рост стеблей

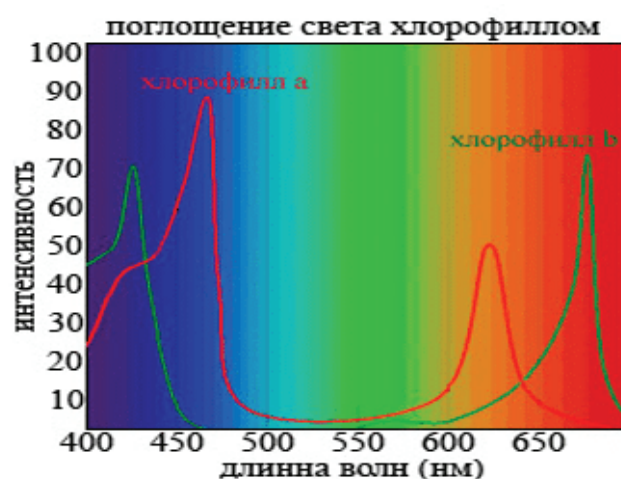


Рисунок 1. Спектр и длина волн света, поглощаемая растением на синтез хлорофилла в листьях томата.

и листьев рассады, а синее – на развитие и ветвление корней [9]. В растениях больше пигмента А, чем пигмента В в 2,8 раза. Он определяет направление и скорость фотосинтеза в растении. Хлорофилл В считается регулятором продуктивности и развития растений. Если наблюдается его недостаток, идет задержка цветения и уменьшения листьев растений, преждевременное их старение [10].

Цель исследований

Оценить влияние различных типов освещения (фитоламп и дуговых ртутных люминофорных ламп) на рост, развитие и продуктивность растений томата.

Материалы и методы

Исследования проводили в 2020, 2021 гг. Объектом исследования послужил селекционный материал томата ФГБНУ «ФНЦ риса». Томаты выращивали рассадным методом в камерах искусственного климата KB–2 РП в зимний период. Семена были посеяны 18.12.2020 г. в пластиковые кассеты К₆₄. В условиях камеры искусственного климата полные всходы были получены через 6–7 дней (24, 25 декабря). Для определения оптимальных режимов досвечивания растений томата были исследованы следующие варианты опыта: 1. Освещение дуговыми ртутными лампами ДРЛ-400 в количестве 30 шт. на камеру. 2. Освещение светодиодными фитолампами Dongguan Mingyang Lighting Co. Ltd. производства China в количестве 20 шт. на камеру. Технические характеристики ламп представлены в таблице 1. Как видно из технических характеристик, общее энергопотребление на камеру искусственного климата в первом варианте опыта (лампы ДРЛ-400) было в 12 раз больше чем во втором варианте (фитолампы). Фитолампы имели соотношение красных светодиодов, со спектром излучения 630–670 нанометров, к синим, со спектром 430–465 нанометров, 5 к 1 (табл. 1).

Таблица 1. Технические характеристики ламп, использованные в опыте

Тип лампы	Потребляемая мощность, Вт/ч		Световой поток, лм/Вт	КПД ФАР, %
	1 лампы	Камеры КВ – 2 РП		
ДРЛ-400	400	12000	45-50	10-12
Светодиодные фитолампы	50	1000	104	99

Светодиодные светильники модели GK-D50W устанавливали на расстоянии 40 см от верхнего листа растений.

Начиная с 10-го дня после всходов, анализировали биометрические характеристики рассады: определяли высоту растений, диаметр стебля, количество полностью развернутых листьев. Коэффициент вытягивания растений рассчитывали, как отношение длины стебля к его диаметру.

В возрасте рассады 30 дней по 20 растений каждого варианта опыта пересадили в пластиковые ведра объемом 12 литров. Для набивки ведер использовали смесь из почвы, взятой с поля и грунта для рассады (универсальный) в соотношении 2:1. Ведра были установлены на расстоянии 30 см друг от друга. Остальные образцы были высажены в пленочной весенней не обогреваемой теплице с боковой и коньковой вентиляцией отдела овощеводства «ФНЦ риса» по схеме 70х40 см. Проведение исследований, учеты и наблюдения осуществлялись в соответствии с «Методикой опытного дела в овощеводстве» [2]. Результаты исследований обработаны методами биометрической статистики с последующей статистической обработкой экспериментальных данных по методике, принятой для биологических исследований с использованием программы Microsoft Office Excel 2007 [6].

Результаты и обсуждение

Свет и температура являются основными факторами окружающей среды, влияющими на рост растений и производство биомассы. Томат относится к светолюбивым и теплолюбивым культурам. Оптимальная температура для роста и развития растений в светокультуре + 20 + 25 °С, освещенность – 1000 Лн (200 Вт/м²) [8]. Правильно выращенная рассада томатов должна быть компактной,

с короткими междоузлиями и толстым стеблем, крупными и интенсивно зелеными листьями. При высадке в грунт это должно быть крепкое растение высотой 20-25 см со стеблем диаметром 6-8 мм и 3-4 хорошо развитыми листьями. Такие саженцы гарантируют оптимальное развитие корневой системы после пересадки и влияют на биологическую продуктивность и качество урожая.

Анализ полученных результатов показал, что при освещении лампами ДРЛ-400 температура в камере искусственного климата держалась в пределах +28...+32 °С, а при освещении светодиодными светильниками GK-D50W – +20...+24 °С. Рост растений под ртутными лампами был хуже в течение всего периода выращивания рассады (табл. 2). Как мы видим из данных таблицы, рассада томата более вытянута в опыте с освещением лампами ДРЛ-400. Наибольшие различия между растениями, выращенными при применении различных ламп, были выявлены к 24-му дню после появления полных всходов (3-е измерение). При большей высоте (30,3 см), растения имели меньший диаметр стебля (5,4 мм). При освещении светодиодами высота растений в этом возрасте была меньше и составляла 21,5 см, а диаметр стебля – больше (7,8 мм). Также можно отметить, что использование освещения фитолампами позволило незначительно увеличить количество листьев (3,8 шт. против 3,3 шт.). Коэффициент вытягивания при освещении лампами ДРЛ-400 на протяжении начального периода роста растений находился на одном уровне (34,0-35,9), а к концу рассадного периода возрос до 56,1. При освещении фитолампами на протяжении всего периода выращивания рассады коэффициент находился примерно на одном уровне (25,0-27,6).

Таблица 2. Биометрия растений томата в рассадный период, выращенная под различными типами ламп

Тип освещения	Высота растений, см			Диаметр стебля, мм			Коэффициент вытягивания растений			Количество листьев к моменту высадки рассады
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
ДРЛ-400	5,1	13,3	30,3	1,5	3,7	5,4	34,0	35,9	56,1	3,3
Светодиодные фитолампы	4,5	10,6	21,5	1,8	4,3	7,8	25,0	24,6	27,6	3,8
НСР ₀₅	0,8	1,2	2,2	0,4	0,8	1,2				0,5

Примечание: 1, 2, 3 измерения проводили на 10, 17 и 24 день после полных всходов

В возрасте рассады 30 дней по 20 растений были пересажены в пластиковые ведра объемом 12 литров. Дальнейшее развитие растений то-

мата под освещением различными типами ламп проходило не одинаково. Так, начало цветения у растений под ртутными лампами отмечено на 7

дней раньше, цветение 4 кисти – на 17 дней, а начало созревания плодов – на 28 дней раньше, чем под фитолампами, что свидетельствует об

ингибирующем действии на растения применение светодиодов красно-синего спектра излучения (табл. 3).

Таблица 3. Прохождение фенологических фаз у растений томата под различными видами освещения

Тип освещения	Число дней от всходов до начала цветения				Число дней до начала созревания плодов	Количество плодов на растении, шт	Продуктивность растения, кг
	1 кисти	2 кисти	3 кисти	4 кисти			
ДРЛ-400	64	70	74	81	110	12,1	1,5
Светодиодные фитолампы	71	80	87	98	138	7,3	0,9
НСР ₀₅						2,6	0,3

Завязи опыленных одновременно (02.03) цветков под фитолампами развивались слабее, налив и со-

зревание плодов медленнее, что сказалось на количестве плодов и продуктивности растений (рис. 2, 3).



Рисунок 2. Завязь томата под лампами ДРЛ-400 через 1 неделю после опыления.

Остальные растения были высажены в пленочную необогреваемую теплицу. Рассада, выращенная под ртутными лампами, была вытянутая, имела высокий, тонкий, хрупкий стебель, по сравнению с коренастыми растениями, выращенными под фитолампами.

Проведенные биометрические наблюдения показали, что в течение вегетации разница между растениями, рассада которых выращена при раз-



Рисунок 3. Завязь томата под фитолампами через 1 неделю после опыления.

личных источников света, нивелировались спустя месяц (табл. 4). Так, спустя 35 дней после высадки рассады в пленочную теплицу у растений томата (рассада выращенная со светодиодным освещением) высота составляла 70,5 см, а у растений с ртутным освещением – 70,4 см соответственно. Разница в количестве листьев на растениях в обоих вариантах так же была не значительной.

Таблица 4. Биометрия растений в пленочной теплице при различных вариантах освещения рассады томата

Тип освещения	Высота растений, см			Количество листьев, шт.		
	После высадки рассады в теплицу, дн.					
	15	25	35	15	25	35
ДРЛ-400	35,9	52,6	70,4	4,4	6,2	7,6
Светодиодные фитолампы	30,1	49,8	70,5	4,9	6,5	7,8
НСР ₀₅	1,3	1,1	1,4	0,2	0,3	0,3

Проведенные фенологические наблюдения в пленочной теплице позволили установить, что применение освещения фитолампами в рассадный период ускорило бутонизацию и цветение I и II кисти на 2-3 суток по сравнению с рассадой, выращенной под лампами ДРЛ-400 (табл. 5). Досвечивание рас-

сады не оказало существенного влияния на сроки бутонизации и цветения III и IV соцветий. Вместе с тем, существенной разницы в сроках прохождения фенологических фаз у растений, выращенных при различных источниках световой энергии (ртутные лампы и светодиодные светильники) не отмечено.

Таблица 5. Фенологические показатели растений томата после пересадки в теплицу. (Рассада выращена при различных вариантах освещения)

Вариант освещения рассады	Число дней от полных всходов до начала цветения				Число дней до начала созревания плодов
	1 кисти	2 кисти	3 кисти	4 кисти	
ДРЛ-400	67	71	74	80	103
Светодиодные фитолампы	65	68	74	81	103

Несмотря на выравнивание в течение вегетационного периода биометрических показателей растений в обоих вариантах, проведенный анализ динамики плодоношения позволил установить стимулирующее влияние фитоламп на плодоношение. Известно, что вытянутая, хрупкая рассада, в первую очередь сказывается на закладке первых цветочных соцветий, что приводит к снижению урожайности, особенно ранней. Вместе с тем, существенной разницы в сроках прохождения фенофаз у растений, выращенных при раз-

личных источниках световой энергии, не отмечено. Ранняя урожайность в варианте с освещением рассады ртутными лампами составила 1,9 кг/м², что на 0,5 кг/м² меньше чем в варианте с освещением фитолампами. Средняя масса плодов в обоих вариантах была в пределах ошибки опыта и составила 126,3-126,7 г. В итоге, использование светодиодного досвечивания при выращивании рассады позволило увеличить урожайность томата на 1,1 кг/м², в первую очередь за счет раннего плодоношения (табл. 6).

Таблица 6. Динамика плодоношения и урожайности томата при различных вариантах освещения рассады

Вариант освещения рассады	Урожайность томата, кг/м ²				Средняя масса плода, гр.
	1 сбор	2 сбор	3 сбор	За весь период	
ДРЛ-400	1,9	2,8	3,2	7,9	126,7
Светодиодные фитолампы	2,4	3,1	3,5	9,0	126,3
НСР ₀₅	0,4	1,0	1,2		0,9

Выводы

В результате изучения влияния различных типов освещения (светодиодных светильников (фитоламп) и дуговых ртутных люминофорных ламп) на рост, развитие и продуктивность растений томата установлено, что энергопотребление ртутных ламп в 12 раз больше чем светодиодов. При освещении лампами ДРЛ-400 температура в камере искусственного климата (в пределах +28..+32 °С) выше оптимальной для роста и развития томата. Рассада, выращенная под ртутными лампами, оказалась более вытянутой. При большей высоте, растения имели меньший, диаметр стебля и число листьев. Применение фитоламп при выращива-

нии рассады в первые 3 недели от всходов способствовало формированию более качественной коренистой рассады. Дальнейшее применение светодиодов оказало в основном ингибирующее действие на темпы роста и развития томатов, что сказалось на их плодоношении (уменьшилось количество плодов и продуктивность растений). Выявлено, что при высадке растений в теплицу в течение месяца происходит выравнивание биометрических показателей, использование светодиодного досвечивания при выращивании рассады позволило увеличить урожайность томата на 1,1 кг/м², в первую очередь за счет раннего плодоношения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Козлова, И.В. Использование камеры искусственного климата с целью сокращения периода создания гибридов томата / И.В. Козлова // Селекция, семеноводство, технология возделывания и переработки сельскохозяйственных культур: Материалы Международной научно-практической конференции. – Краснодар, 2021. – С. 220-223.
2. Литвинов, С.С. Методика опытного дела в овощеводстве / С.С. Литвинов. – М., 2011. – 648 с.
3. Никонович, Т. В. Влияние светодиодного освещения на содержание фотосинтезирующих пигментов в листьях томата / Т. В. Никонович, Ю. В. Трофимов, М.И. Баркун // Овощи России. – 2021. – №. 1. – С. 117-120.
4. Поезжалов, В. М. Исследование эффективности светодиодного освещения для закрытого грунта / В. М. Поезжалов, А. М. Нупирова // Достижения науки – агро-Вестник НГИЭИ: Материалы IIV Международной научно-тех-

нической конференции. – Челябинск, 2017. – № 7 (74). – С. 50–56.

5. Степанчук, Г. В. Энергоэффективная система облучения в теплице / Г. В. Степанчук, И. В. Юдаев, А. В. Жарков // Вестник аграрной науки Дона. – 2016. – № 33. – Т. 1. – С. 5–12.

6. Шеуджен, А.Х. Методика агрохимических исследований и статистическая оценка их результатов / А.Х. Шеуджен, Т.Н. Бондарева. – Майкоп: ОАО «Полиграф-ЮГ», 2015. – 664 с.

7. Все о фитолампах: выбор и использование. Топ-10 моделей фитоламп [Электронный ресурс]. – Режим доступа: zelen-na-podokonnike.ru (Дата обращения: 25.11.2021)

8. Как выбрать фитолампу для рассады и растений - расчет мощности, высота подвеса, выбор спектра. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: svetosmotr.ru (Дата обращения: 25.11.2021)

9. Фитолампа для растений: какие виды, что выбрать? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: lampaexpert.ru (Дата обращения: 16.12.2021)

10. Хлорофилл а и b — чем они отличаются? В чем разница? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://vchemraznica.ru/xlorofill-a-i-b-chem-oni-otlichayutsya/ (Дата обращения: 02.03.2021)

11. Baroli, I. The Contribution of Photosynthesis to the Red Light Response of Stomatal Conductance / I. Baroli et al. // Plant Physiol. – 2008. – №146. – P. 737-747.

12. Brazaitytė, A. The effect of light-emitting diodes lighting on the growth of tomato transplants/ A. Brazaitytė et al. // Zemdirbyste-Agriculture. – 2010. – V. 97. – №. 2. – P. 89-98.

13. Bula R. J. Light-emitting diodes as a radiation source for plants / R. J. Bula et al. // HortScience. – 1991. – V. 26. – №. 2. – P. 203-205.

14. Rakutko, S. Comparative evaluation of tomato transplant growth parameters under led, fluorescent and high-pressure sodium lamps / S. Rakutko, E. Rakutko, A. Tranchuk //14-th International Scientific Conference on Engineering for Rural Development-Proceedings, Jelgava. – 2015. – P. 222-229.

15. Smith H. Light quality, photoperception, and plant strategy / H. Smith //Annual review of plant physiology. – 2012. – V. 33. – №. 1. – P. 481-518.

REFERENCES

1. Kozlova, I.V. The use of an artificial climate chamber in order to shorten the period of creation of tomato hybrids / I.V. Kozlova // Breeding, seed production, technology of cultivation and processing of agricultural crops: Materials of the International scientific and practical conference. – Krasnodar, 2021. – P. 220-223.

2. Litvinov, S.S. Methodology of experimental business in vegetable growing / S.S. Litvinov. – M., 2011. – 648 p.

3. Nikonovich, T. V. The influence of LED lighting on the content of photosynthetic pigments in tomato leaves / T. V. Nikonovich, Yu. V. Trofimov, M.I. Barkun //Vegetables of Russia. – 2021. – № 1. – P. 117-120.

4. Poezdalov, V. M. Investigation of the effectiveness of LED lighting for closed ground / V. M. Poezdalov, A.M. Nupirova // Achievements of science - agro-Bulletin of NGIE: Materials are exhibited at the scientific and Technical International Conference. – Chelyabinsk, 2017. – № 7 (74). – P. 50-56.

5. Stepanchuk, G. V. Energy-efficient irradiation system in a greenhouse / G. V. Stepanchuk, I. V. Yudaev, A.V. Zharkov// Bulletin of Agrarian Science of the Don. – 2016. – № 33. – V. 1. – P. 5-12.

6. Sheudzhen, A.H. Methodology of agrochemical research and statistical evaluation of their results / A.H. Sheudzhen, T.N. Bondareva. – Maykop: JSC “Polygraph-YUG”, 2015. – 664 p.

7. All about phytolamps: selection and use. Top-10 models of phytolamps [Electronic resource]. – Access mode: zelen-na-podokonnike.ru (Accessed: 25.11.2021)

8. How to choose a phytolamp for seedlings and plants - power calculation, suspension height, spectrum selection. [electronic resource]. – Access mode: svetosmotr.ru (Date of application: 25.11.2021)

9. Phytolamp for plants: what types, what to choose? [electronic resource]. – Access mode: lampaexpert.ru (Accessed: 16.12.2021)

10. Chlorophyll a and b - how do they differ? What's the difference? [electronic resource]. –Access mode: https://vchemraznica.ru/xlorofill-a-i-b-chem-oni-otlichayutsya/ (Accessed: 02.03.2021)

11. Baroli, I. Contribution of photosynthesis to the reaction of stomatal conductivity to red light / I.Baroli et al.// Physiol. plants. – 2008. – №146. – P. 737-747

12. Brazaitite, A. The influence of LED lighting on the growth of tomato seedlings/ A.Brazaitite et al.// Zemdirbyste - Agriculture. – 2010. – V. 97. – № 2. – P. 89-98.

13. Bula R.J. LEDs as a source of radiation for plants / R.J. Bula et al. // HortScience. – 1991. – V. 26. – № 2. – P. 203-205.

14. Rakutko, S. Comparative evaluation of the growth parameters of tomato graft under LED, fluorescent and high-pressure sodium lamps / S.Rakutko, E.Rakutko, A.Tranchuk//14th International Scientific Conference on Engineering for Rural Development - Trudy, Jelgava. – 2015. – P. 222-229.

15. Smith H. Light quality, photoperception and plant strategy / H. Smith //Annual review of plant physiology. – 2012. – V. 33. – № 1. – P. 481-518.

Ирина Викторовна Козлова

Научный сотрудник отдела
овощекартофелеводства
E-mail: k.irina1967@mail.ru

Irina Viktorovna Kozlova

Research associate of the Department
vegetable and potato growing
E-mail: k.irina1967@mail.ru

Все: ФГБНУ «ФНЦ риса»,
350921, Краснодар, пос. Белозерный, 3

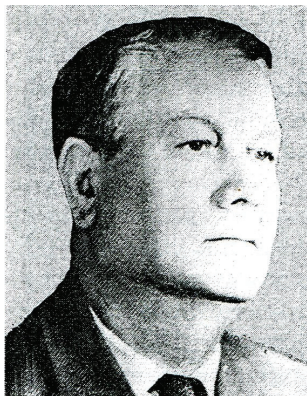
All: Federal State Budgetary Scientific Institution
Federal Scientific Rice Centre
3, Belozerny, Krasnodar, 350921, Russia

**ВКЛАД СЕЛЕКЦИОНЕРА С. А. ЯРКИНА В РАЗВИТИЕ
ОТЕЧЕСТВЕННОГО РИСОВОДСТВА**

В статье приводится информация об отдельных страницах биографии и работе селекционера по рису Сергея Александровича Яркина, которому 30 января 2022 г. исполнилось 120 лет со дня рождения (1902-1970). Имя С. А. Яркина золотыми буквами вписано в историю российского рисоводства. Его сорта Дубовский 129, Краснодарский 424 и Кубань 3 возделывались в производстве более 30 лет и занимали в 50–70-е годы XX в. основные площади посева риса в стране. Выпускник агрономического факультета Кубанского сельскохозяйственного института (1926) вел селекцию риса на Всесоюзной рисовой опытной станции с 1936 г. до выхода на пенсию в 1962 г. Яркин С.А. продолжил селекционную работу по созданию раннеспелого сорта риса Дубовский 129, которую начал в довоенное время Т. И. Дубов. В 1948 г. сорт был передан на государственное испытание и в 1952 г. внесен в госреестр. Высокая урожайность, скороспелость и отличное качество крупы сорта Дубовский 129 привлекали рисоводов страны. Этот сорт районировали во всех рисосеющих регионах СССР, а также в Венгрии, Румынии и возделывали в производстве в течение 30 лет. Среднепозднеспелый сорт Краснодарский 424 выращивали в стране в период с 1956 по 2001 гг. Его площадь посева в отдельные годы превышала 200 тыс. га. Длительное время он являлся основным сортом риса и в Краснодарском крае.

Среднеранний сорт Кубань 3 был вторым по занимаемой площади риса после сорта Краснодарский 424. Сорт Кубань 3 с 1961 г. до настоящего времени находится в госреестре. Его возделывают по неблагоприятным предшественникам в Калмыкии и Астраханской области.

Ключевые слова: Сергей Александрович Яркин, селекция, сорта риса Дубовский 129, Краснодарский 424, Кубань 3.



Большинство ученых нынешнего поколения, к сожалению, не знают, что автором выдающихся сортов риса Дубовский 129, Краснодарский 424, Кубань 3 и ряда других был С. А. Яркин. Сергей Александрович почти 30 лет работал в отделе селекции и семеноводства Всесоюзной рисовой опытной

станции (ВРОС), последние годы на должности и.о. старшего научного сотрудника. Его так и не избрали старшим научным сотрудником по конкурсу из-за того, что не имел ученой степени.

По свидетельству его коллег, С. А. Яркин все свое время отдавал селекционной работе и не позволял себе отвлекаться на такую, по его мнению, «мелочь» как диссертация.

Но так уж у нас повелось, что учеными считаются академики, доктора, в худшем случае – известные кандидаты наук. Если же специалист без степени, то его причисляют к ученым как-то не принято. Видимо поэтому биография С. А. Яркина и его селекционные достижения не попали на страницы книг и сборников об ученых, внесших существенный вклад в становление и развитие отечественной сельскохозяйственной науки и производства. И лишь в изданиях, посвященных 75- и 80-летию

ВНИИ риса, в числе других ученых-рисоводов, работающих в институте, помещена информация и о С. А. Яркине [7, 8].

Попытаемся хотя бы частично восполнить эту историческую несправедливость.

С. А. Яркин родился 30 января 1902 г. в станице Новодонецкой Кавказского отдела Кубанской области (ныне Краснодарский край). Русский, по социальному происхождению казак-хлебороб. Основное занятие родителей до и после Октябрьской революции – земледелие. Так записано в листке по учету кадров в его личном деле [2].

С 1910 по 1915 гг. Сергей учился в станичном училище, затем до 1920 г. – в 1-м Екатеринодарском реальном училище. Осенью 1920 г. поступил на подготовительные курсы Кубанского государственного института. После окончания курсов, в 1921 г. был принят в Кубанский политехнический институт на сельскохозяйственный факультет. В 1922 г. факультет был преобразован в Кубанский сельскохозяйственный институт, который С. А. Яркин успешно закончил в 1926 г., получив диплом о высшем образовании с квалификацией: ученый агроном – полевод.

Свою трудовую деятельность Сергей Александрович начал с 1926 г. в Государственной хлебной инспекции (г. Краснодар) на должности лаборанта, а через год – помощника хлебного инспектора. В 1928 г. был принят научным сотрудником сектора селекции и семеноводства Всесоюзного института табачной промышленности. В феврале 1936 г. пе-

решил работать в отдел селекции и семеноводства Всесоюзной рисовой опытной станции (ВРОС). Как специалисту, имеющему опыт селекционной работы, ему было поручено вести семеноводство и селекцию сортов риса при периодическом орошении. Однако по неизвестной причине в 1938 г. он ушел во Всесоюзный НИИ масличных культур, работал научным сотрудником, а с 1940 г. – агрономом-семеноводом в Новотиторовской МТС. Оттуда в октябре 1941 г. был призван рядовым в РККА. Но уже через три недели его демобилизовали по состоянию здоровья. В феврале 1942 г. С. А. Яркин возвратился в сектор селекции и семеноводства риса Всесоюзной РОС. Сначала работал младшим научным сотрудником, потом, с 1943 г. – научным сотрудником, а с 1946 г. – старшим научным сотрудником и заведующим сектором. В феврале 1950 г. из-за резкого сокращения финансирования научных исследований, его переводят младшим научным сотрудником сектора агротехники. А с 1955 г. он снова работает в секторе селекции и семеноводства: вначале научным сотрудником, а потом исполняющим обязанности старшего научного сотрудника. В 1960 г. конкурсной комиссией ВРОС ему было отказано в избрании на должность старшего научного сотрудника отдела селекции и семеноводства «как не имеющему ученой степени и не могущему исполнять обязанности с. н. с. в полном объеме по состоянию здоровья» [2]. При этом не было принято во внимание, что С. А. Яркин к этому времени уже был ведущим селекционером по рису в стране, автором и соавтором 4 районированных сортов [3].

Вне зависимости от занимаемых должностей С. А. Яркин вел широкомасштабную селекционную работу. Он опирался на опыт старших коллег Г. Г. Гущина и Т. И. Дубова, использовал их исходный материал и создавал новый. Было трудное послевоенное время. Практически все виды работ выполнялись вручную. Оценку полевых опытов приходилось вести под палящим солнцем, стоя в воде. Осенью и зимой лаборатории не отапливались, приходилось работать в холодных помещениях. Все это подтачивало здоровье селекционера. Но обращать внимание на это времени не было. Производство требовало новые высокопродуктивные сорта.

Отношения в научном сообществе в то время были непростыми. Гонения на генетиков, да и селекционеров, развернувшиеся в столице перед войной и достигшие апогея в 1948 г., докатились и до периферийных научных учреждений. Ошибки в виде неудачных сортов могли быть рассмотрены как вредительство социалистическому строю.

Таких фактов было немало. Молодой генетик, будущий академик М. И. Хаджинов, создавший первые гетерозисные гибриды кукурузы, чтобы избежать ареста, был вынужден перебраться из

Ленинграда, где работал в ВИРе, в Краснодар. В. С. Пустовойта, будущего академика, в 30-е гг. XX в. осудили по доносу за то, что созданный им новый сорт подсолнечника поразился заразой (как потом выяснилось, новой расой). В 1937 г. заведующего сектором мелиорации ВРОС В. Б. Зайцева арестовали и отправили на 10 лет строить морской порт в Дудинке. Не избежал репрессий вдохновитель рисосеяния на Кубани директор «Плавстроя» Д. П. Жлоба. Поэтому политическая обстановка в те времена требовала предельного внимания и работы с полной отдачей сил.

Селекционерами ВРОС в до- и послевоенное время было создано более 10-ти сортов риса, однако производство их отвергало. Основные площади занимал сорт Кендзо, который в начале 30-х гг. был привезен на Кубань с Дальнего Востока. Нужен был сорт, который бы смог кардинально поменять сложившуюся ситуацию. И такой сорт был создан – Дубовский 129.

Вот, что писал об этом периоде С. А. Яркин в июне 1967 г. (из неопубликованной рукописи, с некоторыми сокращениями): «Селекция риса на Кубани начата в 1932 году. Возглавил эту работу Г. Г. Гущин. В сентябре 1936 года на станцию пришел Т. И. Дубов и проработал здесь до сентября 1941 года. Он приехал с Дальнего Востока и привез с собой коллекцию местных сортов риса типа Кендзо и Юкто (около 200 образцов). На станции в это время уже имелась мировая коллекция риса Всесоюзного института растениеводства – около 2500 образцов.

С 1937 года Т. И. Дубов возглавил сектор селекции, которым до него руководил Г. Г. Гущин и он же одновременно был и заместителем директора станции по науке. После назначения Т. И. Дубова заведующим сектором селекции Г. Г. Гущин остался только на должности заместителя директора по науке, продолжая принимать участие в руководстве селекционной работой на станции. Я в это время вел раздел селекции риса при периодическом орошении, Т. И. Дубов – при затоплении. Т. И. Дубов продолжил селекционную работу, начатую Г. Г. Гущиным, и в 1939 году передал в госкомиссию 5 сортов риса – Краснодарский 3352, Краснодарский 4342, Краснодарский 3414, Италика М и Италика М-2. Скрещивание Краснодарского 3352 с Бивако Моки было сделано Т. И. Дубовым в 1939 году. Через год было получено первое поколение, а через два – второе. В сентябре 1941 года Т. И. Дубов был призван в Советскую Армию. Селекционный материал приняла у него О. С. Натальина и продолжила испытание его в селекционном питомнике, в малом, большом и конкурсном сортоиспытаниях.

В 1944 году из этого материала О. С. Натальина передала в госкомиссию 5 сортов риса – ВРОС 3716, ВРОС 3856, ВРОС 5123, ВРОС 5133 и ВРОС

5352. Она же производила пересев гибридных популяций, отборы из них элитных растений и оценку константных потомств. К ней перешел богатый селекционный материал Т. И. Дубова, который она сохранила во время оккупации края и позже использовала для выведения сортов. В конце 1945 года Наталья О. С. заболела, и весь селекционный материал передала мне. Я продолжил испытание образцов, выделенных О. С. Натальиной. Провел пересев немногих оставшихся гибридных популяций, сделал отборы из них элитных растений и оценку их в селекционных испытаниях.

Элитное растение сорта Дубовский 129 было отобрано в 1943 году О. С. Натальиной из гибридной популяции четвертого поколения от скрещивания сорта Краснодарский 3352 с Бивако Моки. В 1944 и 1945 гг. элитное растение не высевалось, как не представляющее особой ценности, находилось в резерве. На 1946 год оно было включено О. С. Натальиной для испытания в селекционном питомнике. Посев селекционного питомника в 1946 году и оценки в нем уже производил я. Элитное растение было посеяно на делянке под № 129, отсюда сорт и получил этот номер. Растения на этой делянке обратили мое внимание тем, что имели большую метелку и крупное хорошее зерно, а их вегетационный период был близок к сорту Кендзо. Урожай с этой делянки в 1947 году был посеян мной в малом сортоиспытании, а остатки семян – на размножение. В этом году подтвердилась ценность сорта – растения имели большие метелки, крупное, хорошего качества зерно, вегетационный период их был близок к сорту Кендзо. С делянок был получен высокий урожай зерна.

В 1948 году семена сорта были посеяны мною, минуя большое сортоиспытание, в конкурсном сортоиспытании и на размножение. В декабре 1948 года сорт был передан в госкомиссию. Ему было дано название «Дубовский» в память о селекционере Т. И. Дубове, погибшем в годы Великой Отечественной войны (см. протокол ученого совета Куб. РОС от 20 декабря 1948 года, отчеты за 1946, 1947 и 1948 гг.).».

Чем же было вызвано ускоренное продвижение сорта Дубовского 129? Дело в том, что, несмотря на то, что Т. И. Дубов передал в 1939 г. в Госкомиссию пять сортов риса, а позже, в 1944 году, О. С. Наталья передала еще пять сортов, в производственных посевах в крае основным сортом оставался сорт Кендзо. Госкомиссия не районировала сорта станции, одни из-за полегания и поражения их пирикулярией, а другие из-за позднеспелости. Признаться, неловко было присутствовать на агрономических совещаниях, где показывали достижения в селекции других учреждений, и отмечали бесплодную работу Всесоюзной рисовой опытной станции.

Возглавляя сектор селекции (1946-1948 гг.), я начал внедрять в производство сорт ВРОС 3716.

Однако в 1948 году его сильно поразила пирикулярия, и специалисты производства от него отказались. Одновременно с этим я старался выделить лучшие сорта из селекционного материала, находившегося на различных стадиях изучения, быстро их оценить, размножить и передать в госкомиссию, чтобы закрыть прорыв в селекционной работе станции. Поэтому сорт Дубовский 129 прошел такую ускоренную оценку и размножение семян на станции и был передан в госкомиссию досрочно.

Одновременно с ним был передан и сорт Кубанский 140, происходящий из той же гибридной популяции, что и сорт Дубовский 129.

Элитное растение сорта Кубанский 140 в 1946 году было посеяно в селекционном питомнике на делянке под № 140. Оно тоже было выделено из гибридной популяции от скрещивания сортов Краснодарский 3352 и Бивако Моки. Сорт Кубанский 140 соответствовал замыслу Т. И. Дубова при скрещивании: «получить сорт среднеспелый, безостый, урожайный, устойчивый против осыпания, полегания и поражения грибными заболеваниями, крупнодлиннозерный, с высоким абсолютным весом, с большим количеством колосков на метелке» (Отчет ВРОС за 1939 г. стр. 56).

Сорт Кубанский 140 имеет метелки безостые, с длинными зерновками разновидности гилляника, крупное зерно с массой 1000 зерен 35 граммов. Этот сорт действительно происходит от скрещивания сортов Краснодарского 3352 и Бивако Моки. А вот сорт Дубовский 129 совершенно не соответствует замыслу при скрещивании – метелка его остистая, разновидность эритроцерос, сорт скороспелый, абсолютный вес зерен 35 граммов, зерно широкое. Для меня было совершенно очевидным, что элитное растение сорта Дубовского 129 не происходит от скрещивания сортов Краснодарского 3352 и Бивако Моки. Это была явная примесь неизвестного происхождения, случайно попавшая в гибридную популяцию. Но поскольку это существенного значения для практической селекции не имеет (точная родословная сорта), лишь бы сорт был хороший, то я и оставил эту запись, сделанную раньше О. С. Натальиной».

Доля авторства в создании сорта Дубовский 129 определена следующим образом: Яркин С. А. – 55 %, Дубов Т. И. – 30 %, Наталья О. С. – 15 %. Таким образом, С. А. Яркин является основным автором этого уникального сорта.

Дубовский 129 оказался прорывным сортом в селекционной работе ВРОС. После трехлетнего испытания, в 1952 г. его внесли в госреестр. Авторское свидетельство (АС № 157 – 1949 г.). Сорт имеет тонкопленчатое, белое, стекловидное зерно. Выход крупы составляет 71–74 %, содержание целого ядра в крупе 85–95 %. Крупа и каша отличного качества [1]. Устойчив к осыпанию и пирикуляррии,

средне устойчив к полеганию. Сорт скороспелый и урожайный. По многолетним данным конкурсного сортоиспытания на станции урожай сорта составил 60,1 ц с 1 га, а вегетационный период – 107 дней.

Это был самый распространенный сорт риса в СССР. В 1960-е гг. он занимал около 30 % сортовых посевов риса в стране и был районирован в Краснодарском и Ставропольском краях, в Астраханской, Ростовской, Николаевской, Одесской, Ташкентской, Хорезмской, Сыр-Дарьинской и Кзыл-Ординской областях, в Кара-Калпакской АССР, Азербайджанской ССР, а также в Венгрии и Румынии [10]. Причем в Венгрии Дубовский 129 был районирован в 1956 г. и более 20 лет был основным сортом риса в этой стране [5].

В 1972 г. Дубовский 129 достиг максимальной площади посева в СССР – более 66 тыс. га. В последующие годы площадь стала сокращаться,

в основном из-за неустойчивости к гербицидам группы 2,4-Д [9]. В 1982 г. сорт был исключен из Госреестра, продержавшись в посевах 30 лет.

Дубовский 129 широко использовался в селекционных программах при создании новых сортов не только во ВНИИ риса, но и других научно-исследовательских учреждениях. На его основе создан ряд сортов, которые внесены в госреестр и допущены к использованию в различных рисосеющих регионах страны (рис. 1).

Такова история создания этого уникального сорта.

Кроме Дубовского 129 С. А. Яркин с коллегами создал и передал на госиспытание еще несколько сортов риса – Кубанский 140 (1949), Красноармейский 313 (1953), Краснодарский 424 (1954), Широколистный (1961), Кубань 3 (1961), Находка (1963), Кубань 9 (1963), Славянский 247 (1964). Это были разнотипные сорта с высокой продуктивностью и отличным качеством зерна (табл. 1, 2).

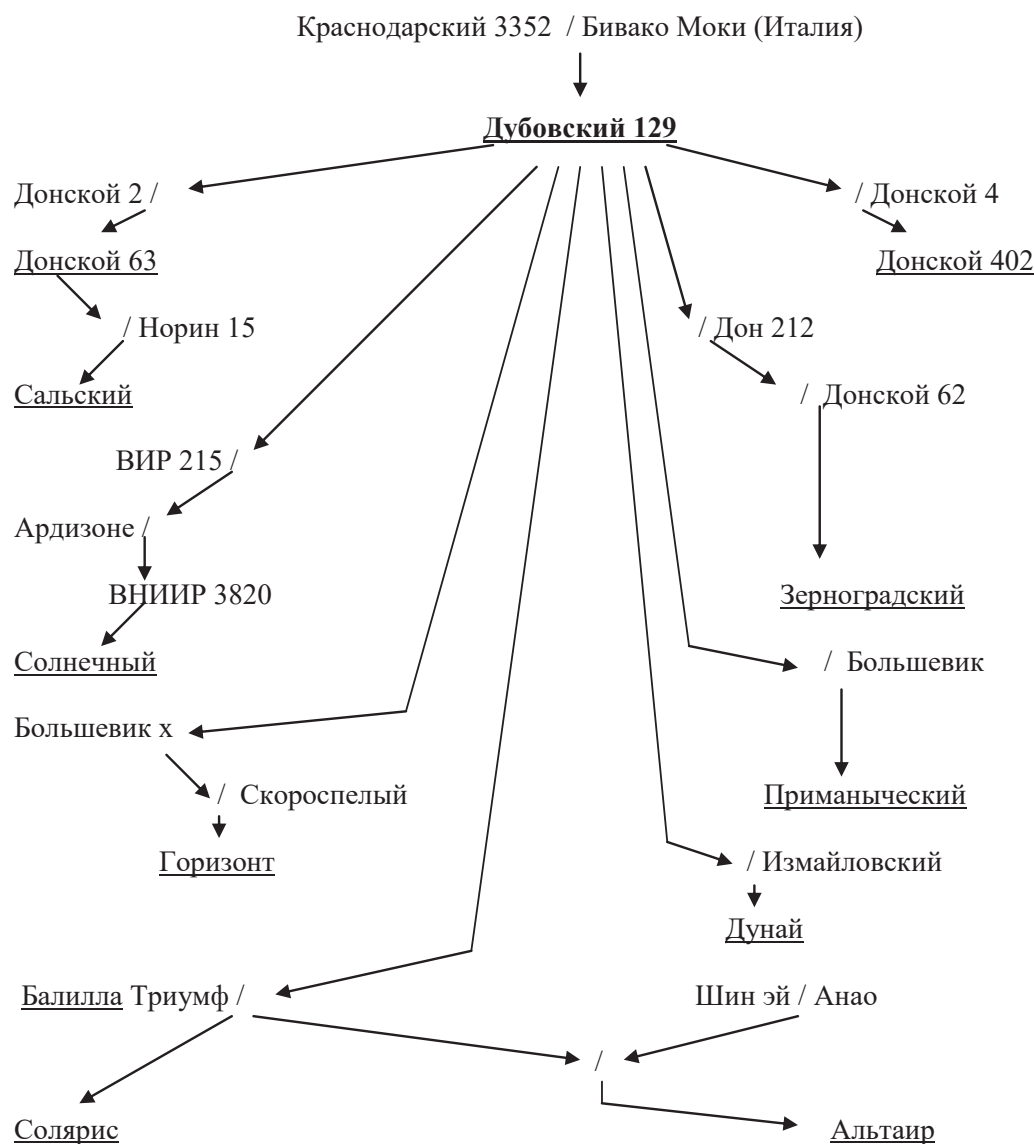


Рис 1. Сорта риса, созданные с участием Дубовского 129

Таблица 1. Урожай и характеристика сортов риса в конкурсном сортоиспытании на Красноармейском рисовом сортоучастке (1961-1963 гг.)

Сорт	Урожай зерна, ц/га	Число дней от посева до полной спелости	Высота растений, см
Дубовский 129	54,6	110	92
Кубань 3	73,0	111	103
Краснодарский 424	66,7	126	107
Красноармейский 313	68,8	118	108

Таблица 2. Результаты конкурсного испытания сортов риса на Красноармейском госсортоучастке Краснодарского края по предшественнику горох (1965 г.)

Сорт	Урожай зерна, ц/га	Число дней от посева до полной спелости	Высота растений, см
Дубовский 129	69,5	113	130
Краснодарский 424	77,5	126	131
Кубань 3	81,6	118	128
Кубань 9	80,6	122	125
Широколистный	79,1	125	130
Находка	50,2	112	100
Славянский 247	79,1	124	132

Из этих 8 сортов в госреестр было внесено четыре: Красноармейский 313, Краснодарский 424, Кубань 3 и Кубань 9. Они сыграли значительную роль в развитии рисоводства страны. Их описание многократно публиковалось в научных трудах [1, 4, 6, 9, 10], поэтому здесь дадим лишь краткие сведения.

Красноармейский 313 создан отбором из гибридной популяции ВРОС 2275 х Краснодарский 4342. Районирован в 1959 г. в Краснодарском крае (АС №1652 – 1953 г.). Авторы – Дубов Т. И., Наталья О. С., Яркин С. А., Красноок Н. П. Ботаническая разновидность зерновика. Сорт высевался на площади свыше 11 тыс. га [9]. Исключенный из госреестра в 1965 г. Красноармейский 313 известен и тем, что явился исходным материалом для создания сортов Кубань 3 и Кубань 9.

Краснодарский 424 создан отбором из гибридной популяции Краснодарский 3352 / Кендзо. Авторы сорта О. С. Наталья, С. А. Яркин, Н. П. Красноок, Ф. К. Доянов, Т. И. Дубов (АС № 834 – 1952 г.). Ботаническая разновидность италика.

Сорт районирован в Краснодарском крае с 1956 г. и позже в Ставропольском крае, Дагестанской АССР, Чечено-Ингушской АССР, Кабардино-Балкарской АССР, Одесской, Херсонской и Крымской областях и в Азербайджанской ССР. Среднепозднеспелый, высокоурожайный и очень пластичный сорт. В 1977 г. Краснодарский 424 высевался в стране на максимальной площади свыше 200 тыс. га, при общей площади посева риса 540 тыс. га [9]. Долгое время являлся основным сортом риса в Краснодарском крае. Исключен из госреестра в 2001 г.

Кубань 9 создан методом индивидуального отбора из сорта Красноармейский 313. Авторы сорта С. А. Яркин и А. П. Сметанин (АС №1816–1964 г.).

Ботаническая разновидность италика. Районирован для Калмыкии в 1974 г. и уже в 1976 г. высевался на площади 5,2 тыс. га. Исключен из госреестра в 1983 г.

Кубань 3 создан методом индивидуального отбора из сорта Красноармейский 313. Авторы сорта С. А. Яркин (доля авторства 90 %) и А. П. Сметанин (АС №165–1961 г.). Ботаническая разновидность зерновика. Сорт районирован сначала в 1963 г. в Кзыл-Ордынской области, а затем с 1967 г. – для Краснодарского края, Астраханской, Ростовской, Алма-Атинской областей.

Кубань 3 – среднеранний высокоурожайный сорт. Отличается высоким темпом роста и неприхотливостью к условиям возделывания. По посевным площадям в СССР Кубань 3 уступал только сорту Краснодарский 424. В 1975 г. его площадь достигала 165,3 тыс. га, при общей площади посева риса 483,2 тыс. га [9]. В настоящее время площади посева сорта значительно уменьшились, однако до сих пор он возделывается в Калмыкии, Астраханской области и Краснодарском крае, находясь в производстве уже 60 лет, пережив на многие годы своего создателя.

В личном деле С. А. Яркина есть рукописная записка, подписанная К. Кириченко: «Яркин Сергей Александрович – Заслуженный агроном Российской Федерации, персональный пенсионер, создатель советских сортов риса, посевы которых по стране от общей площади занимали свыше 60 %. После длительной болезни тихо скончался 27 октября 1970 г. в 13 часов в 1-й городской больнице Краснодара. Похоронен в г. Краснодара» [2].

Селекционное дело Сергея Александровича Яркина продолжают новые поколения российских ученых-рисоводов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аниканова, З. Ф. Рис: сорт, урожай, качество / З. Ф. Аниканова, Л. Е. Тарасова. – М.: Колос, 1979. – 111 с.
2. Архив Всероссийского научно-исследовательского института риса: Личное дело Яркина С. А.
3. Зеленский, Г. Л. Слово о селекционере С. А. Яркине и его сортах / Г. Л. Зеленский // Рисоводство. – Краснодар, 2006. – Вып. 9. – С. 83-89.
4. Зеленский, Г. Л. Рис: биологические основы селекции и агротехники: монография / Г. Л. Зеленский. – Краснодар: КубГАУ, 2016. – 236 с.
5. Ковалев, В. С. Селекция и агротехника риса в Венгерской Народной Республике / В. С. Ковалев, Г. Л. Зеленский // Селекция и семеноводство. – М.: Колос, 1989. – № 5. – С. 57-59.
6. Рис / под ред. П. С. Ерыгина и Н. Б. Натальина. – М.: Колос, 1968. – 328 с.
7. Харитонов, Е. М. Всероссийский научно-исследовательский институт риса: история и современность / Е. М. Харитонов, А. Х. Шеуджен, Т. Н. Бондарева, Г. А. Галкин, С. В. Кизинек, Г. Г. Фанян // под ред. Е. М. Харитонova. – Майкоп: ОАО «Полиграф-Юг», 2011. – 300 с.
8. Шеуджен, А. Х. Флагман рисоводства России / А. Х. Шеуджен, Е. М. Харитонов, Т. Н. Бондарева, Г. А. Галкин, В. Ф. Руденко, Г. Г. Фанян, Х. Д. Хурум. – Майкоп: Полиграфиздат «Адыгея», 2006. – 380 с.
9. Шиловский, В. Н. Рис России / В. Н. Шиловский, Е. М. Харитонов, А. Х. Шеуджен. – Краснодар, 2002. – 48 с.
10. Яркин, С. А. Селекция риса на Кубани / С. А. Яркин. В кн.: Достижения отечественной селекции. – М.: Колос, 1967. – С. 221-228.

REFERENCES

1. Anikanova, Z.F. Ris: sort, urozhaj, kachestvo / Z.F. Anikanova, L.E. Tarasova. – M.: Kolos, 1979. – 111 p.
2. Arhiv Vserossijskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta risa: Lichnoe delo Yarkina S.A.
3. Zelenskij, G.L. Slovo o selekcionere S.A. YArkine i ego sortah / G.L. Zelenskij // Risovodstvo. – Krasnodar, 2006. – Vyp.9. – P. 83-89.
4. Zelenskij, G.L. Ris: biologicheskie osnovy selekcii i agrotekhniki: monografiya / G.L. Zelenskij. – Krasnodar: KubGAU, 2016. – 236 p.
5. Kovalev, V.S. Selekcija i agrotekhnika risa v Vengerskoj Narodnoj Respublike / V.S. Kovalev, G.L. Zelenskij // Selekcija i semenovodstvo. – M.: Kolos, 1989. – № 5. – P. 57-59.
6. Ris / pod red. P. S. Erygina i N. B. Natal'ina. – M.: Kolos, 1968. – 328 p.
7. Haritonov, E.M. Vserossijskij nauchno-issledovatel'skij institut risa: istoriya i sovremennost' / E.M. Haritonov, A.H. Sheudzhen, T.N. Bondareva, G.A. Galkin, S.V. Kizinek, G.G. Fanyan // pod red. E.M. Haritonova. – Majkop: ОАО «Poligraf-YUg», 2011. – 300 p.
8. Sheudzhen, A.H. Flagman risovodstva Rossii / A.H. Sheudzhen, E.M. Haritonov, T.N. Bondareva, G. A. Galkin, V.F. Rudenko, G.G. Fanyan, H.D. Hurum. – Majkop: Poligrafizdat «Adygeya», 2006. – 380 p.
9. Shilovskij V.N., Haritonov E.M., Sheudzhen A.H. Ris Rossii / V.N. Shilovskij, E.M. Haritonov, A.H. Sheudzhen. – Krasnodar, 2002. – 48 p.
10. Yarkin, S.A. Selekcija risa na Kubani / S.A. Yarkin. V kn.: Dostizheniya otechestvennoj selekcii. – M.: Kolos, 1967. – P. 221-228.

Григорий Леонидович Зеленский

Главный научный сотрудник отдела селекции
E-mail: zelensky08@mail.ru

Grigory Leonidovich Zelensky

Chief Researcher of the Breeding
Department
E-mail: zelensky08@mail.ru

ФГБНУ «ФНЦ риса»

350921, Россия, г. Краснодар, пос. Белозерный, 3

FSBSI "FNC of rice"

3, Belozerny, Krasnodar, 350921, Russia

DOI 10.33775/1684-2464-2022-54-1-77-80

УДК: 633.354:633.18

Шуляков А.Г., канд. техн. наук,
Чижигов В.Н., канд. с.-х. наук,
Шарифуллин Р.С., канд. с.-х. наук
 г. Краснодар, Россия

ПЕРСПЕКТИВНАЯ МОЛОТИЛКА ДЛЯ РИСОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА

В статье представлена конструктивно-технологическая схема перспективной молотилки для рисоуборочного комбайна. Молотилка состоит из прямоточного молотильного аппарата, молотильный барабан которого имеет высокий показатель интенсивности $I-33,3 \text{ м}^{-1}$ единицы, что в 2,0-2,7 раза больше, чем у существующих современных комбайнов. Рисоуборочный комбайн СКГД-6Р «Колос» (мощность двигателя 110 кВт) с экспериментальным молотильным барабаном ($I-33,3 \text{ м}^{-1}$) на уборке риса достиг номинальной производительности 34 тонны зерна за один час работы, что в 2,0-2,5 раза больше, чем производительность комбайнов с мощностью двигателей 173 кВт, у которых показатель интенсивности барабанов меньше в 2,0 и 2,7 раза [4]. Производственными испытаниями (намолочено 746 тонн зерна, убрано 105 га) опытного образца барабана, смонтированного на комбайне СКР-7 «Кубань», установлено – удельный расход топлива комбайном в 1,34 раза меньше чем у контрольного комбайна с серийным барабаном. Аксиально-роторный соломосепаратор блочно-роторного типа содержит общий корпус с выпукло-вогнутой декой, во впадинах которой смонтированы вращающиеся в одном направлении и с разными окружными скоростями роторы. Интенсивность процесса сепарации зерна достигается благодаря ударному и растягивающему воздействию рабочих органов по соломе. При этом происходит домолот. Удельная производительность устройства с двумя роторами – до $6 \text{ кг/с} \cdot \text{м}$. Очистка с двухканальной аспирационной системой, обеспечивающей удаление соломистой примеси из поступающего на решето зернового вороха, увеличивал просеивающую способность решета и производительность очистки.

Ключевые слова: зерноуборочный комбайн, перспективная молотилка, удельные энергозатраты, номинальная производительность, показатель интенсивности молотильного барабана.

ADVANCED THRESHER FOR RICE HARVESTER

The article presents a structural and technological scheme of a promising thresher for a rice harvester. The thresher consists of a direct-flow threshing apparatus, the threshing drum of which has a high intensity index $I-33.3 \text{ m}^{-1}$ unit, which is 2.0-2.7 times more than that of existing modern combines. Rice harvester SKGD-6R “Kolos” (engine power 110 kW) with an experimental threshing drum ($I-33.3 \text{ m}^{-1}$) at rice harvesting reached a nominal capacity of 34 tons of grain per hour of operation, which is 2.0-2.5 times more than the productivity of combines with an engine power of 173 kW, in which the drum intensity index is 2.0 and 2.7 times less [4]. Production tests (746 tons of grain threshed, 105 hectares harvested) of a prototype drum mounted on the SKR-7 Kuban combine found that the specific fuel consumption of the combine is 1.34 times less than that of the control combine with a serial drum. The axial-rotary block-rotary type straw separator contains a common body with a convex-concave deck, in the cavities of which rotors rotating in the same direction and with different circumferential speeds are mounted. The intensity of the grain separation process is achieved due to the impact and tensile effect of the working bodies on the straw. At the same time, threshing occurs. The specific productivity of the device with two rotors is up to $6 \text{ kg/s} \cdot \text{m}$. Cleaning with a two-channel aspiration system, which ensures the removal of straw impurities from the grain heap entering the sieve, increased the screening capacity of the sieve and cleaning performance.

Key words: grain harvester, promising thresher, specific energy consumption, nominal productivity, threshing drum intensity index.

Введение

Основой зерноуборочного комбайна является молотилка, состоящая из молотильного аппарата, производящего обмолот зерно-стеблевой массы (далее-массы), очистного устройства и соломосепаратора, извлекающих зерно из продукта обмолота [6, 7]. Молотилки по конструктивно-технологиче-

скому признаку делятся на прямоточные и аксиально-роторные (далее – роторные) [12]. Конструктивно, очистное устройство молотилки, является, воздушно-решетным, а соломосепаратор – аксиально-роторным или клавишным. Наиболее проблемной, трудно обмолачиваемой культурой является рис, зерновка которого представляет собой

«крахмал в стеклянной оболочке», на разрушение которой требуется в три раза меньше энергии, чем на разрушение зерна пшеницы, а далее на разрыв связи с соцветием – более чем в четыре раза. Но основной особенностью риса, определяющей способ и режим обмолота, является то, что при полной его спелости влажность зерна достигает 20 %, а стеблей – до 75 % [8, 9, 10]. Поэтому обмолот должен производиться с наименьшим повреждением соломы, так как при разрушении методом измельчения и перетирания, что присуще роторным молотилкам, выделяется сок, увлажняющий зерно и зерновой ворох [11]. Рис является труднообмолачиваемой культурой, снижающей производительность комбайна, что показали результаты сравнительных испытаний комбайна на уборке риса и пшеницы.

Цель исследований

Разработать конструктивно-техническую схему перспективной молотилки для рисоуборочного комбайна, обладающей высокой производительностью и низкими удельными энергозатратами.

Материалы и методы

Экспериментальные полевые исследования

проведены с применением агротехнической оценки согласно ГОСТ 70.8.1-81 [1]. Зерноуборочный комбайн СКР-7 «Кубань» на уборке риса показал номинальную производительность 8,2 т/час, а на уборке пшеницы – 21,9 т/час [2].

Эффективность обмолота зависит от частоты ударного воздействия рабочих органов по обмолачиваемым стеблям, что в свою очередь зависит от показателя интенсивности молотильного барабана определяемой отношением количества рабочих органов по окружности барабана, к его диаметру. Так, например, при обмолоте риса удельные энергозатраты на процесс обмолота у комбайна СКР-7, показатель интенсивности барабана, которого – 16,7 м⁻¹, в 1,3 раза меньше, чем у комбайна Дон-1500Р с молотильным барабаном показатель интенсивности которого 12,5 м⁻¹ [3]. Подобная зависимость наблюдается и при проведении сравнительных испытаний комбайнов на уборке риса [4].

Номинальная производительность (Π_n) комбайнов в зависимости от показателя интенсивности (I) их молотильных барабанов приведена в таблице 1.

Таблица 1. Номинальная производительность рисоуборочных комбайнов в зависимости от показателя интенсивности молотильного барабана.

Комбайн	Π_n , т/ час	I , м ⁻¹	Мощность ДВС, л.с.
СКР-7	11,8 [3]	16,7	162
Дон-1500Р	10,9 [3]	12,5	185
СКР-7 «Кубань»	10,2 [4]	16,7	235
Дон-1500РБ	8,6 [4]	12,5	235

Результаты и обсуждение

Для установления влияния показателя интенсивности молотильного барабана на номинальную производительность и удельные энергозатраты на процесс обмолота, разработаны экспериментальный и опытный образцы молотильных барабанов с показателем интенсивности 33,3 м⁻¹ и проведены соответственно исследовательские и хозяйственные испытания.

Экспериментальный барабан установлен на комбайн СКР-6 «Колос» с молотилкой 1500 мм и двигателем мощностью 110 кВт. Номинальная производительность (без учета сорной примеси) – 34 т/ час, что в 2-3 раза больше, чем производительность современных комбайнов на уборке риса. Дальнейшее увеличение производительности молотилки ограничено возможностью подачи стебельной массы на обмолот. Производственными испытаниями (намолочено 746 тонн зерна с площади 105 га) опытного образца барабана, смонтированного на комбайне СКР-7 «Кубань». Установлено: удельный расход топлива в 1,34 раза меньше чем у контрольного комбайна СКР-7 «Кубань» с серийным молотильным барабаном, у которого показатель интенсивности $I=16,7$ м⁻¹ [5].

С увеличением производительности молотильного аппарата соответственно должна увеличиваться

производительность сепарирующих органов молотилки, соломосепаратора и очистки.

У современных комбайнов с целью повышения производительности соломосепарации смонтировано два однороторных соломосепаратора с системой разделения и подачи соломистой массы. Значительные габариты сепараторов, длина которых достигает 4,2 м, свидетельствует о низкой интенсивности процесса выделения вымолоченного зерна из соломы.

Проблема соломосепарации решается в результате применения нового аксиального блочно-роторного устройства, выполненного из расположенных внутри цилиндрического корпуса с дырчатой декой и транспортирующими направляющими ребрами двух и более, рядом смонтированных и вращающихся в одном направлении и с разными окружными скоростями роторов с рабочими органами. Дека выполнена выпукло-вогнутой, во впадинах которой размещены роторы (рис.). Эффективность сепарации достигается благодаря повторяющейся цикличности разрыхления и уплотнения соломистой массы и значительных центробежных сил, действующих на зерна. Наибольшая интенсивность осуществляется в зоне перехода соломы от одного ротора ко второму.

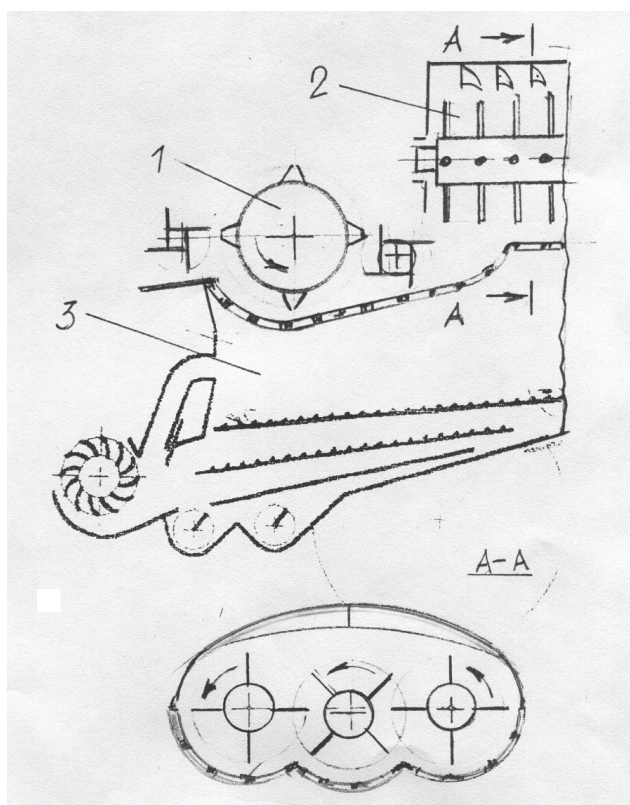


Рисунок. Конструктивно-технологическая схема молотилки:

- 1 – молотильный аппарат;
- 2 – соломосепаратор блочно-роторный;
- 3 – очистное устройство.

Исследовательскими испытаниями аксиальной блочно-роторной установки с двумя роторами установлено, что при обмолоте стеблевой массы риса удельная производительность достигает $6 \text{ кг/с} \cdot \text{м}$.

Производительность очистки зависит от интенсив-

ности процесса выделения зерна из находящегося на решетке слоя зернового вороха, которая является функцией его сыпучести и толщины слоя. Содержание в зерновом ворохе соломистой примеси снижает его сыпучесть и увеличивает его толщину слоя.

Увеличение производительности очистки достигается в результате удаления соломистой примеси из поступающего на решетку зернового вороха путем продувания его воздушным потоком в пространстве между декой и решетом: мелкая соломистая примесь удаляется, крупная относится в конец решета, а зерно поступает на решето и просеивается.

Интенсивность выделения зерна из соломы в аксиальном блочно-роторном соломосепараторе обусловлена тем, что при перемещении соломы по деке от медленно вращающегося ротора к быстро вращающемуся вектору подачи от первого ко второму по касательной к аксиальной окружности, диаметр которой меньше диаметра ротора, осуществляющего ударное и растягивающее действие рабочих органов ротора по соломе. В результате удара осуществляется обмолот недомоленных в молотильном аппарате соцветий.

Выводы

Таким образом, перспективной молотилкой для рисоуборочного комбайна является устройство, состоящее из молотильного аппарата прямооточного типа с молотильным барабаном, показатель интенсивности которого $I=30\ldots 40 \text{ м}^{-1}$, что обеспечивает тонкослойный процесс обмолота; аксиального блочно-роторного соломосепаратора, осуществляющего ударно-растягивающее действие рабочих органов по соломе; очистки с двухканальной аспирационной системой, один из которых расположен между декой и решетом, осуществляющей удаление соломистой примеси из поступающего на решето зернового вороха.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 70.8.1-81. Испытания сельскохозяйственной техники. Машины зерноуборочные. Программа и методы испытаний.
2. Протокол испытаний рисоуборочных самоходных комбайнов СКР-7К-1, и СКР-7К-2; протокол № 07-62-2004, Новокубанск, 2004.
3. Протокол испытаний рисоуборочных комбайнов СКР-7 «Кубань», Дон-1500Р, СК-10РВ, КТР-10РВ; протокол № 07-62-73, Новокубанск, 1988.
4. Протокол испытаний рисоуборочных комбайнов СКР-7 «Кубань», Дон-2600Р, Дон-1500РБ, Мега-208 (ФРГ), Лаверда-2350XL (Италия), Нью-Холланд-ТС-56 (США); ПРОТОКОЛ № 07-68-69-70-71-72-73, Новокубанск, 2003.
5. Шуляков, А.Г. Отчет по государственному контракту на выполнение НИОКР № 4.1. 4/28, 2007.
6. Kutzbach, H.D. Trends in power and machinery / H.D. Kutzbach // Journal of Agricultural Engineering Research. – 2000. – V. 76. – P. 237–247.
7. Miu, P. Combine Harvesters: Theory, Modeling and Design. Boca Raton, CRC Press, 2015.
8. Pawlak, J. On the development of agricultural mechanization to ensure a long-term world food supply / J. Pawlak, G. Pelizzi, M. Fiala // Agriculture Engineering International: the CIGR Journal of Scientific Research and Development. – 2002. – V. 4. – P. 1–21.
9. Olt, J. Maintenance costs of intensively used self-propelled machines in agricultural companies / Olt J., Traat U., Küüt A // Proceedings of the 9th International Scientific Conference: Engineering for Rural Development, Jelgava, May 27–28, 2010. – P. 42–48.
10. Viesturs, D. Investigations in suitability of fleet of combines for timely harvesting / D. Viesturs, N. Kopics // Proceedings of the 15th International Scientific Conference: Engineering for Rural Development, Jelgava, May 25–27, 2016. – P. 681–686.
11. Nozdrovický, L. Current trends in the development of agricultural machinery and their impact on the knowledge and skills of the human factor / L. Nozdrovický, M. Macák, T. Šima // Proceedings of the 5th International Conference on Trends

in Agricultural Engineering, Prague, Sept 3–6, 2013. – P. 467–474.

12. Benes, L. John Deere combine harvesters fuel consumption and operation costs / L. Benes, P. Novak, J. Masek, S. Petrsek // Proceedings of the 13th International Scientific Conference: Engineering for Rural Development, Jelgava, May 29–30, 2014. – P. 13–17.

REFERENCES

1. GTS 70.8.1-81. Testing of agricultural machinery. Grain harvesters. Program and Methods tests.
2. Test report for self-propelled rice harvesters SKR-7K-1, and SKR-7K-2; Protocol № 07-62-2004, Novokubansk, 2004.
3. Test report for rice harvesters SKR-7 «Kuban», Don-1500R, SK-10RV, KTR-10RV; protocol № 07-62-73, Novokubansk, 1988.
4. Test report for rice harvesters SKR-7 «Kuban», Don-2600R, Don-1500RB, Mega-208 (Germany), Laverda-2350XL (Italy), New Holland-TS-56 (USA); MINUTES № 07-68-69-70-71-72-73, Novokubansk, 2003.
5. Shulyakov A.G. Report on the state contract for the implementation of R&D № 4.1. 4/28, 2007.
6. Kutzbach, H.D. Trends in power and machinery / H.D. Kutzbach // Journal of Agricultural Engineering Research. – 2000. – V. 76. – P. 237–247.
7. Miu, P. Combine Harvesters: Theory, Modeling and Design. Boca Raton, CRC Press, 2015.
8. Pawlak, J. On the development of agricultural mechanization to ensure a long-term world food supply / J. Pawlak, G. Pelizzi, M. Fiala // Agriculture Engineering International: the CIGR Journal of Scientific Research and Development. – 2002. – V. 4. – P. 1–21.
9. Olt, J. Maintenance costs of intensively used self-propelled machines in agricultural companies / Olt J., Traat U., Küüt A // Proceedings of the 9th International Scientific Conference: Engineering for Rural Development, Jelgava, May 27–28, 2010. – P. 42–48.
10. Viesturs, D. Investigations in suitability of fleet of combines for timely harvesting / D. Viesturs, N. Kopic // Proceedings of the 15th International Scientific Conference: Engineering for Rural Development, Jelgava, May 25–27, 2016. – P. 681–686.
11. Nozdrovický, L. Current trends in the development of agricultural machinery and their impact on the knowledge and skills of the human factor / L. Nozdrovický, M. Macák, T. Šima // Proceedings of the 5th International Conference on Trends in Agricultural Engineering, Prague, Sept 3–6, 2013. – P. 467–474.
12. Benes, L. John Deere combine harvesters fuel consumption and operation costs / L. Benes, P. Novak, J. Masek, S. Petrsek // Proceedings of the 13th International Scientific Conference: Engineering for Rural Development, Jelgava, May 29–30, 2014. – P. 13–17.

Анатолий Григорьевич Шуляков

Консультант

Все: ООО «Техпромсервис»
350015, г. Краснодар, ул. Путевая, д. 5

Виталий Николаевич Чижиков

Ведущий научный сотрудник лаборатории агрохимии и почвоведения
E-mail: agrohimi-vt@yandex.ru

Раис Саидович Шарифуллин

Старший научный сотрудник лаборатории агрохимии и почвоведения
E-mail: Sharifullinrais@yandex.ru

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

Anatoloy Grigorovich Shulyakov

Consultant

All: ООО «Techpromservis»
5, st. Putevaya, Krasnodar, 350015, Russia

Vitaliy Nikolaevich Chizhikov

Leading researcher of laboratory of agrochemistry and soil studies
E-mail: agrohimi-vt@yandex.ru

Rais Saidovich Sharifullin

Senior scientist, laboratory of agrochemistry and soil studies
E-mail: Sharifullinrais@yandex.ru

All: FSBSI Federal Scientific Rice Centre,
3, Belozerny, Krasnodar,
350921, Russia
E-mail: arri_kub@mail.ru

DOI 10.33775/1684-2464-2022-54-1-81-88
УДК 633.18.03

Туманьян Н.Г., д-р биол. наук, профессор,
Мухина Ж.М., д-р биол. наук,
Коротенко Т.Л., канд. с.-х. наук,
Юрченко С.А.,
Папулова Э.Ю., канд. биол. наук,
Л. В. Есаулова, канд. биол. наук
г. Краснодар, Россия

СОРТА РИСА С ЦВЕТНЫМ ПЕРИКАРПОМ И ВЫСОКИМИ ПРИЗНАКАМИ КАЧЕСТВА ЗЕРНА

Селекционный процесс цветных сортов определяется использованием разнообразной ген-плазмы риса, как цветных, так и белозерных сортов мировых коллекций зародышевой плазмы. Все процессы скрещиваний по селекционным программам с целью получения сортов с высокими признаками качества зерна сопровождаются отбором образцов по биометрическим признакам растения, агробиологическим характеристикам, параметрам качества зерна. Целью исследования явился подбор сортов риса по окраске перикарпа зерна и содержанию амилозы. Генотипы риса были подобраны в УНУ «Коллекция генетических ресурсов риса, овощных и бахчевых культур» и имели происхождение из коллекций различных стран мира, в том числе России, Таиланда, Азербайджана, Филиппин и др. У сортов отмечали высокие показатели признаков качества зерна (трещиноватость, выход крупы) и различную окраску плодовой оболочки: от белой до черной (пурпурной). Окраску перикарпа оценивали визуально после снятия цветковых чешуй на шелушильной установке Satake, содержание амилозы - экспресс-методом и с помощью ГОСТ ISO 6647-2-2015. В рамках научного исследования в целях широкомасштабного генотипирования (геномный поиск SNP-полиморфизмов на основе технологии секвенирования) выделены сорта риса с неокрашенным и цветным перикарпом зерновки. Сорта характеризовались различным содержанием амилозы в зерне. Максимальное количество образцов составляло группу с содержанием амилозы 16,1-18,0 %.

Ключевые слова: зерно риса, качество зерна, краснозерные и чернозерные сорта риса.

RICE VARIETIES WITH COLORED PERICARP AND HIGH GRAIN QUALITY TRAITS

The breeding process of colored varieties is determined by use of various rice germplasm, of both colored and white-grain varieties from the world collections of rice germplasm. All the crossing processes under breeding programs for obtaining varieties with high grain quality traits are accompanied by sampling according to plant biometric characteristics, agrobiological characteristics, and grain quality parameters. The purpose of the research was the selection of rice varieties according to the color of the grain pericarp and amylose content. Rice genotypes were selected in the USU "Collection of genetic resources of rice, vegetables and melons" and originated from the collections of various countries of the world, including Russia, Thailand, Azerbaijan, the Philippines, etc. The varieties had high grain quality traits (fracturing, milling yield) and different color of the shell: from white to black (purple). The color of the pericarp was assessed visually after removing the lemmas on a Satake huller. The amylose content was assessed by the express method and using GOST ISO 6647-2-2015. As part of a scientific study for the purpose of large-scale genotyping (genomic search for SNP polymorphisms based on sequencing technology), rice varieties with uncolored and colored grain pericarp were identified. The varieties were characterized by different amylose content. The maximum number of samples was in the group with an amylose content of 16.1-18.0 %.

Key words: rice grain, grain quality, red and black rice variety.

Введение

Востребованность цветных сортов риса на внутреннем и зарубежном рынках непрерывно растет. Селекционный процесс цветных сортов определяется использованием разнообразной генплазмы риса, как цветных, так и белозерных сортов мировых коллекций зародышевой плазмы. Все процессы скрещиваний по селекционным программам с целью получения сортов с высокими признаками качества зерна сопровождаются отбором образ-

цов по биометрическим признакам растения, агробиологическим характеристикам, параметрам качества зерна. Такие отборы требуют комплексной оценки качества, в том числе пищевых достоинств, в результате чего могут быть выбраны генотипы, обладающие наиболее желательными признаками.

История использования цветных сортов риса человеком насчитывает тысячелетия. Высокая востребованность цветных сортов риса в настоящее время объясняется как традиционными предпо-

чтениями (азиатские страны), так и современным трендом «здоровое питание». Продукты из цветных сортов риса относят к продуктам функционального направления, что определяется повышенным содержанием питательных веществ в зерне: антиоксидантов, микроэлементов, витаминов. Необходимая рентабельность производства рисопроductов определяется качеством сорта, технологией его выращивания, реакцией сорта на погодные условия вегетации, условиями уборки, хранения и переработки зерна. В основе востребованности рисопроductов потребителем лежат высокие технологические и пищевые характеристики риса.

Цветные сорта риса, у которых перикарп зерновки окрашен в различные цвета: красный, фиолетовый и их оттенки, выращивают практически в рисопроизводящих странах всех континентов. Однако характер потребления населением различен, он может быть традиционным, может быть не свойственным, нодвигающимся в направлении функционального питания. Цветной рис включает многочисленные сорта с историческим опытом выращивания в странах Юго-Восточной Азии, таких как Китай, Индия и Таиланд, Бангладеш, Вьетнам и Индонезия. Цветной рис выращивают в Италии, Испании, Америке, России и др. странах. Есть лимитирующие факторы для распространения цветного риса. В Таиланде фермеры не хотят выращивать такой рис из-за более низкой урожайности [1]. В научной литературе обсуждается российская генплазма цветного риса [20].

В исследованиях сорного цветного риса из Южной Америки не нашли доказательств геномного вклада местных диких видов *Oryza* (*O. glumaepatula*, *O. grandiglumis*, *O. latifolia* и *O. alta*). Колумбийский сорный рис произошел от местных сортов индики и также, вероятно, был непреднамеренно импортирован как экзотический вредитель из Соединенных Штатов. Сорный цветной рис как примесь между этими отдельными популяциями, составляет значительную часть геномного фона колумбийского сорного риса. Сделан вывод, что сорный цветной рис развивается по нескольким эволюционным путям, включая деодомашнизацию *in situ*, расширение ареала и гибридизацию [8].

Происхождение и появление цветного риса изучали с помощью маркеров SSR в части обнаружения потока генов между красным рисом (RR) и рисом культурным (CR). В качестве донора пыльцы было одно центральное растение красного риса. Полевой эксперимент был организован в виде десяти концентрических кругов на расстоянии от 5 до 50 м от него. Максимальное расстояние, обнаруженное для потока генов между растениями RR и CR, составляло 10 м от растения RR [4].

Исследования свойств и генетики краснозерных и чернозерных сортов ведутся по селекционным программам с целью выведения высококачествен-

ных новых сортов этого типа. Получение новых сортов с цветным перикарпом, например с коротким периодом вегетации, получают даже с помощью облучения [17]. В Индонезии зерна риса облучали гамма-лучами ^{60}Co в дозах 100, 200, 300 и 400 Гр. Отбором был выбран из многочисленных генотипов красного и черного риса сорт с высоким содержанием антоцианов [18].

Несколько сортов высокогорного красного риса из провинции Восточная Нуса-Тенгара (Индонезия) были оценены по различным признакам: физическим свойствам зерна, амилозы и антоцианов зародышевой плазмы (18 генотипов) горного красного риса из провинции ENT. Длина ядра тестируемых генотипов была классифицирована как длинная, средняя и короткая, а форма - тонкая, средняя и широкая [13]. Было изучено наследование красного цвета зерна и цвета шелухи в восьми скрещиваниях сортов риса с белыми зернами и красными зернами. Был сделан вывод о том, что красное зерно в рисе управляется одним доминантным геном в шести скрещиваниях, соответствующих соотношению хи-квадрат F_2 3:1, двумя доминантными генами - в двух скрещиваниях, демонстрирующих отношение хи-квадрат F_2 9:7, что указывает на комплементарный тип действия гена. Были подтверждены в BC $1F_1$, соответствующем соотношению хи-квадрат 1:1 красных зерен к белым ядрам [21].

Рисовые отруби считаются самой питательной частью рисового зерна и богаты биологически активными фитохимическими веществами. Цветной рис является мощным источником антиоксидантов для функциональных продуктов питания. Было выделено 5,45 мг/100 г общих антоцианов, 743,51 мг/100 г общих фенолов, 92,19% антиоксидантной активности и 441,74 мг/л IC $_{50}$ [22]. Определено общее содержание фенолов (TPC) и антиоксидантного потенциала масла рисовых отрубей (RBO), получены и стабилизированы отруби двух сортов риса, после чего РБО экстрагировали гексанами. Фенольную фракцию масла экстрагировали метанолом. Экстракт, полученный из сорта красного риса, проявлял значительно высокую ($p < 0,05$) активность по удалению радикалов DPPH и ингибирование индуцированного линолевой кислотой окисления β -каротина. РВО обладает сильной антиоксидантной активностью по сравнению с α -токоферолом, поэтому РВО отнесли к пищевым маслам с высоким антиоксидантным потенциалом [3]. Черный рис содержит более высокий уровень белка и незаменимых аминокислот по сравнению с обычным рисом. Цианидин-3-глюкозид составляет 80 % от общего содержания антоцианов в черном рисе [14]. В отрубях красного и коричневого риса много апигенина и п-кумаровой кислоты, максимальное общее содержание флавоноидов (TFC) в отрубях красного - 958,14 мг эквивалентов

кверцетина (QE)/100 г сухого вещества (DM) при 58,5 °C. Отруби из красного риса с более высоким содержанием флавоноидов проявляли более высокую активность по удалению оксида азота и 2,2-дифенил-1-пикрилгидразила. Был успешно оптимизирован процесс экстракции флавоноидных соединений из красных и коричневых рисовых отрубей [5].

Изучены профили биоактивных соединений (фенолы и флавоноиды в свободной и связанной фракциях, антоцианы, проантоцианидины, витамин E и γ -оризанол) рисовых отрубей из шести образцов цветного риса, собранных на местных рынках. Проантоцианидины обнаружены только в отрубях красного риса, но не в отрубях черного риса. Протокатехуальдегид был впервые идентифицирован в связанной фракции красных рисовых отрубей с помощью высокоэффективной жидкостной хроматографии и масс-спектрометрии с ионизацией электрораспылением [9].

В образцах, собранных на севере Таиланда, общее содержание фенолов, флавоноидов и α -токоферола было самым высоким в черном рисе, за которым следовал красный рис, а антиоксидантные способности преобладали в пигментированных сортах. Антоцианы были основным соединением в группе черного риса (21,15-441,96 мг/100 г риса). Антиоксидантные свойства зависели от места произрастания. Например, черный рис, выращенный в горной местности, показал самую высокую антиоксидантную активность по сравнению с другими местами выращивания. Содержание антиоксидантов, за исключением содержания γ -оризанола, имело значительную корреляцию с антиоксидантными способностями [16].

Изучено генетическое разнообразие коллекции зародышевой плазмы цветного риса, содержащей 376 образцов черно-фиолетового риса и 172 образца красного околоплодника, хранящихся в Университете Донг-А. Проверено 600 пар праймеров SSR против 11 сортов риса, получено 409 полиморфных амплифицированных фрагментов с использованием 16 SSR-маркеров, количество аллелей на локус колебалось от 11 до 47, в среднем 25,6 [15]. В лаборатории семян и биотехнологии Федерального университета Пелотаса показана большая генетическая изменчивость популяции красного риса. Генплазма риса проанализирована с использованием шести изоферментных систем и девятнадцати микросателлитных маркеров. В результате чего идентифицировано 23 биохимических и 54 молекулярных аллеля, которые использовались для оценки индексов полиморфизма (PIC) и генетического сходства [12].

В опытах по экстракции биологически активных веществ показано, что химическими компонентами масла риса являются олеиновая (46,24%), пальмитиновая (18,25%), линолевая (13,29%) кислоты,

9-октадекан (7,76%) при оптимальных результатах экстракции - субстрат: растворитель 1:8 выход масла составил $12,31 \pm 0,325\%$. Физические свойства: масла отрубей красного риса были зелено-вато-коричневого цвета с плотностью от $0,908 \pm 0,014$ до $0,922 \pm 0,014$ (г/мл), химические свойства: масла отрубей красного риса - кислотное число от $116,41 \pm 1,22$ до $118,11 \pm 2,45$ (мг NaOH/г); число омыления варьировалось от $193,74 \pm 21,88$ до $199,62 \pm 12,63$ (мг KOH/г); перекисное число - от $24,37 \pm 2,44$ до $26,07 \pm 4,88$ (мгэк/кг) [7]. Из трех методов экстракции метод с использованием подкисленного метанольного растворителя показал наибольший выход ($260,24 + 28,64$ мг/100г). Показано присутствие шести основных антоцианидинов, два из которых - апигенидин и апигенин [6].

Охарактеризована роль гена R2R3 MYB OsKala3 в пигментации околоплодника риса с помощью генетических и молекулярных подходов. Два основных фактора транскрипции спираль-петля-спираль (bHLH) OsKala4 и OsRc являются ключевыми регуляторами признаков черного и красного околоплодника соответственно, и их блокирование приводит к появлению белого риса. OsKala3 и OsKala4 опосредуют активацию генов биосинтеза антоцианов, промоторная область OsKala3 демонстрирует инсерционный полиморфизм, особенно в сортах риса с черным околоплодником, создавая два tandemных повтора, в то время как красные и белые сорта содержат только один. Количество повторов в промоторе OsKala3 коррелирует с повышенной трансактивацией OsKala3, что объясняет характерный для сортов с двумя повторами черноты перикарпия [2].

Пищевая ценность цветного риса определяется в том числе его профилактическими свойствами. Отличительной особенностью сахарного диабета 2-го типа является дисфункция β -клеток поджелудочной железы. Перепроизводство активных форм кислорода (АФК) и вызванный глюкозой окислительный стресс нарушают регуляцию экспрессии генов, контролирующей секрецию инсулина. Изучали влияние цветных фенольных экстрактов риса (CRPE) на экспрессию ключевых генов, связанных с функцией β -клеток в β -клетках поджелудочной железы. Было показано, что CRPE могут снижать дисфункцию β -клеток путем усиления экспрессии генов, участвующих в путях секреции инсулина [10]. Был изучен механизм, лежащий в основе гипогликемического действия экстракта RRK на двух моделях животных с диабетом: мышах с дефицитом инсулина, у которых дефицит инсулина был вызван стрептозотоцином (STZ), и мышах с инсулинорезистентностью, у которых резистентность к инсулину была вызвана диетой с высоким содержанием жиров (HFD). Был сделан вывод, что экстракт RRK потенциально может быть функциональным продуктом питания для лечения сахарно-

го диабета, так как экстракт RRK может улучшать нарушенную толерантность к глюкозе (у мышей с моделями диабета за счет усиления экспрессии GLUT4 в скелетных мышцах) [19].

Показано, что проантоцианидином фракция, полученная из красного риса (PRFR), обладает противоопухолевым эффектом. Выживаемость и инвазия клеток A549, индуцированные TNF- α , ослабляются PRFR посредством подавления сигнальных путей MAPKs, Akt, AP-1 и NF- κ B. PRFR также ингибировал TNF- α -индуцированную инвазию клеток A549 [12]. Экстракты отрубей тайского черного Кам Муанга и красного риса Хаум Доук Мали Деанг могут помочь снизить окислительный стресс и воспаление, частично связанные с O₂•- и NO• [11].

Цель исследований

Подобрать сорта риса по окраске перикарпа зерна и содержанию амилозы для широкомасштабного генотипирования в селекции сортов для функционального питания.

Материалы и методы

Генотипы риса были подобраны в УНУ ФНЦ риса «Коллекция генетических ресурсов риса, овощных и бахчевых культур» и имели происхождение из коллекций различных стран мира, в том числе России, Таиланда, Азербайджана, Филиппин и др. Сорта имели высокие признаки качества зерна (трещиноватость, выход крупы) и различную окраску плодовой оболочки: от белой до черной (пурпурной). Окраску перикарпа оценивали визуально после снятия цветковых чешуй на шелушильной установке Satake. Оценку содержания амилозы оценивали экспресс-методом (экспресс анализатор MultiCheck

Plus) и с помощью ГОСТ ISO 6647-2-2015.

Результаты и обсуждение

Селекционный процесс начинается с подбора родительских пар в селекционных программах, дальнейших гибридизаций, индивидуального и массового отборов, многочисленных видов оценки полученного селекционного материала. Показатели группы признаков качества определяются генотипическими признаками, реакцией сорта на агроклиматические условия выращивания, то есть, как на погодные условия возделывания, так и на природные и антропогенные условия возделывания, важнейшими из которых является уровень азотного питания ценоза риса.

Разработка инновационной селекционной схемы ускоренного создания сортов риса нового поколения, предназначенных для функционального питания (с антиоксидантной активностью зерновок), с заданными параметрами урожайности, качества и периода вегетации, основанная на комплексном подходе, совмещающем методы классической селекции (скрещивания и отбор перспективных генотипов), фенотипирование селекционных образцов по изучаемому признаку - широкомасштабное генотипирование (геномный поиск SNP-полиморфизмов на основе технологии секвенирования, позволяет создавать конкурентоспособные сорта риса, в том числе, предназначенные для функционального питания. Работы, выполняемые в рамках проекта КНФ, относятся к таким исследованиям,

В таблицах 1-6 представлены результаты оценки селекционного материала, полученного из УНУ «Коллекция генетических ресурсов риса, овощных и бахчевых культур» по качеству зерна.

Таблица 1. Сорта риса с содержанием амилозы 0,0-4,0 % и различной окраской цветковых чешуй

№ п/п	Номер по каталогу	Наименование сорта, сортообразца	Содержание амилозы, %	Окраска зерновки
1	04079	Виола	2,0	белозерный
2	04073	Виолетта	2,0	белозерный
3	04788	Южная ночь	4,0	чернозерный (пурпурный)

Таблица 2. Сорта риса с содержанием амилозы 12,5-16,0 % и различной окраской цветковых чешуй

№ п/п	Номер по каталогу	Наименование сорта, сортообразца	Содержание амилозы, %	Окраска зерновки
1	42-13	B 40	12,5	белозерный
1	04797	Red-Павловский	14,2	краснозерный
3	79-14	IRBLz5-CA	14,4	краснозерный
4	04792	Red-Папан	14,7	краснозерный
5	40-13	IRBL T-K59	14,9	белозерный
6	04212	N 15	15,0	краснозерный
7	05081	дигап. ло/76-270/4	15,1	краснозерный
8	65-14	IRBLta-CP1	15,2	краснозерный
9	05080	дигап. Ло/71-270/7	15,3	краснозерный
10	03331	Новосельский	15,4	краснозерный
11	152-15	ZHONG ZAO 4	15,4	краснозерный
12	04474	Марс	15,5	краснозерный

Продолжение таблицы 2

№ п/п	Номер по каталогу	Наименование сорта, сортообразца	Содержание амилозы, %	Окраска зерновки
13	04211	№7 Красноз. форма	15,5	краснозерный
14	39-13	IRBL KS-F5	15,6	краснозерный
15	04069	ВНИИР 10163	15,8	краснозерный
16	1498	Азербайджанский ДЗ	15,8	белозерный
17	41-13	IRBLZ65-CA	15,9	краснозерный
18	04791	Red-Спринт	16,0	краснозерный

Таблица 3. Сорта риса с содержанием амилозы 16,1-18,0 % и различной окраской цветковых чешуй

№ п/п	Номер по каталогу	Наименование сорта, сортообразца	Содержание амилозы, %	Окраска зерновки
1	27-18	IRBN-049	16,1	белозерный
2	04795	Red-Blastonik	16,2	краснозерный
3	04412	Образец Алексеенко	16,2	краснозерный
4	04793	Red-Хазар	16,2	краснозерный
5	05061	Черные глаза	16,3	чернозерный
6	166-09	TREAON HB-1	16,3	чернозерный
7	05014	Диг. Ло-2327-10	16,4	краснозерный
8	16-13	VNIIR 6523	16,4	белозерный
9	2-13	IR 1 t 261	16,5	краснозерный
10	04837	Патриот	16,7	белозерный
11	04525	Roma	16,7	белозерный
12	05075	Диг Heibar	16,8	краснозерный
13	01310	Кубань 3	16,8	белозерный
14	46-13	96031-IR 1770-6-1-1	16,8	белозерный
15	48-13	97027-IR 1847	16,9	белозерный
16	43-13	2000061-IR 2084	16,9	белозерный
17	64-13	AA 13886/12 PSB Rc 10	16,9	белозерный
18	04064	Курчанка	17,1	белозерный
19	5-13	IR 11 t 202	17,1	белозерный
20	49-13	07046-IR 1866	17,2	белозерный
21	28-13	CAU 2	17,3	белозерный
22	50-13	99009-IR 1976	17,3	белозерный
23	107-06	AA05644/05 IR 76928	17,4	краснозерный
24	04868	дигапл. Лс-45/325	17,4	белозерный
25	04335	Флагман	17,5	белозерный
26	212-05	Heibar BC 454	17,5	чернозерный
27	18-13	VNIIR 9714	17,5	белозерный
28	04796	Red-Рыжик	17,6	белозерный
29	17-13	VNIIR 8572	17,6	белозерный
30	23-13	Sagc 03	17,6	белозерный
31	19-16	Khaw-sri-nin	17,7	чернозерный
32	04787	Мавр	17,7	чернозерный
33	1-13	FL 449 IR 66946	17,7	белозерный
34	47-13	97025-IR 1845	17,7	белозерный
35	04237	Новатор	17,8	белозерный
36	04794	Red-Лиман	17,8	белозерный
37	150-09	WJ 16	17,8	белозерный
38	04197	Атлант	17,9	белозерный
39	04890	Велес	18,0	белозерный

Таблица 4. Сорты риса с содержанием амилозы 18,1-19,9 % и различной окраской цветковых чешуй

№ п/п	Номер по каталогу	Наименование сорта, сортообразца	Содержание амилозы, %	Окраска зерновки
1	46-18	КМ-1714	18,1	белозерный
2	05064	Альянс	18,2	белозерный
3	04841	Месо	18,2	белозерный
4	22-13	D 100	18,4	белозерный
5	44-13	95091-IR 1725	18,4	белозерный
6	04783	Азиат	18,4	белозерный
7	04843	Neve	18,7	белозерный
8	04074	Лидер	18,8	белозерный
9	04883	Станичный	18,8	белозерный
10	04840	Cammeo	18,8	белозерный
11	67-13	Каз НИИР-5	18,9	белозерный
12	04668	Фаворит	19,0	белозерный
13	240-09	Avangara	19,0	белозерный
14	05118	Папан 2	19,1	белозерный
15	04670	Кураж	19,2	белозерный
16	66-13	Арал 7	19,3	белозерный
17	60-18	Pelde	19,4	белозерный
18	11-16	Sole	19,5	белозерный
19	05060	Эльбрус	19,6	белозерный
20	21-13	ZX 788	19,7	белозерный
21	80-14	IRBLK-NP	19,8	краснозерный
22	208-06	AA 31223 PR 26243-6-6	19,9	чернозерный

Таблица 5. Сорты риса с содержанием амилозы 20,1-24,0 % различной окраской цветковых чешуй

№ п/п	Номер по каталогу	Наименование сорта, сортообразца	Содержание амилозы, %	Окраска зерновки
1	30-13	Huanghuazhan	20,1	белозерный
2	59-18	Antoni	20,2	белозерный
3	04466	б/н	20,2	чернозерный
4	04464	Рубин	20,2	краснозерный
5	05133	Светлана	20,3	белозерный
6	4-13	IR 11 t 206	20,3	белозерный
7	7-13	IR 28	20,4	белозерный
8	04529	Линия-1	20,5	белозерный
9	19-13	ZHONG FV 906	20,6	белозерный
10	15-13	OM 5900	20,8	белозерный
11	04523	Star	21,1	белозерный
12	6660	Pratao	21,3	белозерный
13	04882	Злата	21,9	белозерный
14	05082	дигапл. лк/1-д.10	22,1	белозерный
15	9-13	IR 28 с/у	22,5	белозерный
16	9301	Gladio	22,6	белозерный
17	16-01	Дон 7113	23,9	белозерный
18	04805	Гагат	24,0	чернозерный

Таблица 6. Сорты риса с содержанием амилозы 24,7-30,7 % и различной окраской цветковых чешуй

№ п/п	Номер по каталогу	Наименование сорта, сортообразца	Содержание амилозы, %	Окраска зерновки
1	12-13	IR 78806	24,7	белозерный
2	02115	ВНИИР 6189	25,5	белозерный
3	04813	CRLB 1	26,8	белозерный
4	04292	Tai Bonnet	27,6	белозерный
5	195-08	ПВ-1 JR 75499-84	30,4	белозерный
6	50-09	IVRON ANJAJI	30,7	белозерный

Образцы были разделены на 6 групп в связи с признаком «содержание амилозы в зерне», содержащие 0,0-2,0 % амилозы, 2,1-16,0 %, 16,1-18,0 %, 18,1-19,9 %, 20,1-24,0 %, 24,7-30,7 %. Одновременно, визуально оценивалась окраска перикарпа зерновок. Максимальное количество образцов попало в группу с содержанием амилозы 16,1-18,0 % - 39 шт., из которых 7 красnozерных сортов и 5 с пурпурной окраской перикарпа. Минимальное количество образцов – в группе с содержанием амилозы 0,0-4,0 %. Эти образцы относятся к глютинозным сортам, то есть к так называемым клейким сортам риса.

Во второй группе (12,5-16 % амилозы) – 18 сортов, из которых 15 красnozерных и 3 белозерных сорта. В четвертой группе (18,1-19,9 % амилозы) –

22 сорта, из которых только два сорта имели окрашенный перикарп. В пятой группе (20,1-24,0 % амилозы) – 18 образцов, из которых 1 образец красnozерный, 2 черnozерных и остальные белозерные. В шестой группе (24,7-30,7 % амилозы) – 6 сортов, из которых все образцы белозерные).

Выводы

В рамках научного исследования в целях широкомасштабного генотипирования (геномный поиск SNP-полиморфизмов на основе технологии секвенирования) выделены сорта риса с неокрашенным и цветным перикарпом зерновки. Сорта характеризовались различным содержанием амилозы в зерне. Максимальное количество образцов составляло группу с содержанием амилозы 16,1-18,0 %.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Кубанского научного фонда МФИ 20.1- 34/21 «Создание предселекционных ресурсов риса с повышенной антиоксидантной активностью зерна для селекции сортов нового поколения, предназначенных для функционального питания, на основе комплексного селекционного подхода, сочетающего классические селекционные методы, геномные, клеточные и цифровые технологии».

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- 1 Anindita, K.P. Value chain analysis on pigmented rice: a case study in sleman regency, special region of Yogyakarta, Indonesia / Kilana Putri Anindita, Dyah Ismoyowati, Endy Suwondo // Agritech. - 2019. - Vol. 39. - № 4. - P. 315-322.
- 2 Da-Hye, K. An OsKala3, R2R3 MYB TF, Is a Common Key Player for Black Rice Pericarp as Main Partner of an OsKala4, bHLH TF / Da-Hye Kim, Da-Hye Kim, JuHee Yang, Sun-Hwa Ha, Jae Kwang Kim, Jong-Yeol Lee, Sun-Hyung Lim // Frontiers in plant science. - 2021. - Vol. 12. DOI <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.765049>
- 3 Dilini, B. Antioxidant potential of rice bran oil prepared from red and white rice / B. Dilini, M. Terrence // Tropical agricultural research. - 2015. - Vol. 26. - №. 1. - <https://doi.org/10.4038/tar.v26i1.8067>
- 4 Francisco. Gene flow between red rice and cultivated rice estimated by microsatellite markers fluxo gênico entre arroz vermelho e arroz cultivado estimado por meio de marcadores microssatélites / N. Francisco, P.Moura, Rosana, B. Vianello, H.N.R. Paulo, de C.F.N. Pérciles, O.B. Tuliana, B. Claudio // Pesquisa agropecuária tropical. - 2007. - Vol. 37. - №. 2. - P. 86 – 92. DOI <https://doi.org/10.5216/pat.v37i2.18320>
- 5 Ghasemzadeh, A., Optimization of flavonoid extraction from red and brown rice bran and evaluation of the antioxidant properties / A. Ghasemzadeh, A. Baghdadi, H.Z.E. Jaafar, M.K. Swamy, P. E. M. Wahab // Molecules. - 2018. - Vol. 23. - №. 8. - P. 1863. <https://doi.org/10.3390/molecules23081863>
- 6 Hanum, T. Extraction and stability of natural colorant from red glutinous rice bran (Oryza Sativa Glutinosa) / T. Hanum // Jurnal Teknologi Dan Industri Pangan. - 2001. - Vol. 12. - №. 1. <https://journal.ipb.ac.id/index.php/jtip/article/view/940>.
- 7 Hartono, H.Sh.O. Extraction and chemical compounds identification of red rice bran oil using gas chromatography – mass spectrometry (GC-MS) Method / Hoo Sheren Oktavia Hartono, Hartati Soetjipto, dan A. Ign. Kristijanto // Eksakta: Jurnal Ilmu-ilmu MIPA. - 2017. - Vol. 17. - №. 2. - P. 98-110.
- 8 Hoyos, V. Something old, something new: Evolution of Colombian weedy rice (Oryza spp.) through de novo domestication, exotic gene flow, and hybridization / V. Hoyos, G. Plaza, X. Li, A. L. Caicedo // Evolutionary applications. - 2020. - Vol. 13. - №. 8. - P. 1968–1983. <https://doi.org/10.1111/eva.12955>
- 9 Huang, Yu-Ping. Bioactive compounds and antioxidative activity of colored rice bran / Yu-Ping Huang, Hsi-MeiLai // JOURNAL OF FOOD AND DRUG ANALYSIS. - 2016. - Vol. 24. - №. 3. - P. 564 – 574. <https://doi.org/10.1016/j.jfda.2016.01.004>
- 10 Kang, G.G. Coloured Rice Phenolic Extracts Increase Expression of Genes Associated with Insulin Secretion in Rat Pancreatic Insulinoma β -cells / Gideon Gatluak Kang, Nidhish Francis, Rodney Hill, Daniel LE Waters, Christopher L. Blanchard, Abishek Bommanan Santhakumar // International journal of molecular sciences. - 2020. - Vol. 21. - P. 3314. DOI <https://doi.org/10.3390/ijms21093314>
- 11 Kedsara, J. Thai pigmented rice bran extracts inhibit production of superoxide, nitric oxide radicals and inducible nitric oxide synthase in cellular models / J. Kedsara, H. Pintusorn // Asian pacific journal of tropical biomedicine. - 2019. - Vol. 9, №. 7. - P. 291 – 298. DOI <https://doi.org/10.4103/2221-1691.261809>
- 12 Malone, G., Biochemical and molecular characterization of red rice ecotypes from the rio grande do sul state, brazil caracterização bioquímica e molecular de acessos de arroz vermelho coletados no estado do rio grande do sul / G. Malone, P.D. Zimmer, M.A. da Silva de Castro, L.N. Arias, G.E. Meneghello, S.T. Peske // Pesquisa agropecuária tropical. - 2007. - Vol. 37. - №. 2. - P. 77 – 85. <https://doi.org/10.5216/pat.v37i2.1823>
- 13 Markus, J.E.R. Variations of grain physical properties, amylose and anthocyanin of upland red rice cultivars from East Nusa Tenggara, Indonesia / J.E.R. Markus, S.S. N. Antonius, S.O. Shirley, S.M. Yosep // Biodiversitas. - 2021. - Vol. 22. - №. 3. - P. 1345-1354. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d220335>.
- 14 Martin, M. Natural variation of OsGluA2 is involved in grain protein content regulation in rice / M. Martin, M. A. Fitzgerald // J. Cereal Sci. - 2002. - V. 3. - P. 285–294.

15. Park, J.-R. Assessment of the genetic diversity of rice germplasms characterized by black-purple and red pericarp color using simple sequence repeat markers / Jae-Ryoung Park, Won-Tae Yang, Yong-Sham Kwon, Hyeon-Nam Kim, Kyung-Min Kim, Doh-Hoon Kim // *Plants*. – 2019. – Vol. 8. – № 11. – P. 471. <https://doi.org/10.3390/plants8110471>
16. Phaiwan, P. Chemometric classification of pigmented rice varieties based on antioxidative properties in relation to color / P. Phaiwan, J. Sudarat // *Songklanakarin journal of science and technology (SJST)*. – 2016. – Vol. 38. – №. 5. P. 463 – 472. DOI <https://doi.org/10.14456/sjst-psu.2016.62>
17. Sjahril, R. Selection of early maturing and high yielding mutants of Toraja Local Red Rice Grown from M2-M3 Population after Ion Beam Irradiation / Rinaldi Sjahril, A. R. Trisnawaty, Muhammad Riadi, R. Rafiuddin, Sato T., K. Toriyama, Y. Hayashi, A. Tomoko // *Hayati journal of biosciences*. – 2020. – Vol. 27. – №. 2. – P. 166. DOI:10.4308/HJB.27.2.166
18. Sri Suliartini, N.W. Superior lines candidates evaluation of two local red rice Southeast Sulawesi cultivars (Indonesia) derived from gamma rays irradiation techniques / Ni Wayan Sri Suliartini, Kuswanto Kuswanto, Nur Basuki, Andy Soegianto // *International journal of plant biology*. – 2017. – Vol. 7, №. 1. <https://doi.org/10.4081/pb.2016.6475>
19. Takakazu, Y. Red rice koji extract alleviates hyperglycemia by increasing glucose uptake and glucose transporter type 4 levels in skeletal muscle in two diabetic mouse models / Takakazu Yagi, Koji Ataka, Kai-Chun Cheng, Hajime Suzuki, Keizaburo Ogata, Yumiko Yoshizaki, Kazunori Takamine, Ikuo Kato, Shouichi Miyawaki, Akio Inui, Akihiro Asakawa // *Food & nutrition research*. – 2020. – Vol. 64. – P. 1–9. <https://doi.org/10.29219/fnr.v64.4226>
20. Zelenskaya, O.V. Genetic resources of rice (*Oryza Sativa* L.) with colored pericarp / O.V. Zelenskaya, G. L. Zelensky, N. V. Ostapenko, N. G. Tumanyan // *Vavilovskij žurnal genetiki i selekcii*. – 2018. – Vol. 22. – №. 3. – P. 296–303. <https://doi.org/10.18699/vj18.363>
21. Waghmode, B.D. Inheritance studies in red kernel rice (*Oryza sativa* L.) / B.D. Waghmode, G.R. Sabnis, V.C. Navhale, B.L. Thaware // *Electronic journal of plant breeding*. – 2017. – Vol. 8. – №. 2. – P. 521 – 527. <https://doi.org/10.5958/0975-928X.2017.00078.3>
22. Widart, I W.R. Stabilitas aktivitas antioksidan ekstrak bekatul beras merah terhadap oksidator dan pemanasan pada berbagai pH [Stability of Antioxidant Activity of Red Rice Bran Extract Subjected to Oxidator and Heating in Various pH] / I Wayan Rai Widarta, I Wayan Arnata // *Jurnal teknologi dan industri pangan*. – 2014. – Vol. 25. – № 2. <https://doi.org/10.6066/jtip.2014.25.2.193>

Наталья Георгиевна Туманьян

Заведующий лабораторией качества риса

E-mail: tngerag@yandex.ru**Natalia Georgievna Tumanyan**

Head of laboratory of rice quality

E-mail: tngerag@yandex.ru**Жанна Михайловна Мухина**

Главный научный сотрудник лаборатории биотехнологии и молекулярной биологии

E-mail: agroplazma@gmail.com**Zhanna Mikhailovna Mukhina**

Chief Scientist of the laboratory of biotechnology and molecular biology.

E-mail: agroplazma@gmail.com**Татьяна Леонидовна Коротенко**

Руководитель группы УНУ «Коллекция генетических ресурсов риса, овощных и бахчевых культур» отдела селекции

E-mail: Korotenko.tatyan@mail.ru**Tatiana Leonidovna Korotenko**

Head of the USU group «Collection of genetic resources of rice, vegetables and melons» of the breeding department

E-mail: Korotenko.tatyan@mail.ru**Семен Александрович Юрченко**

Научный сотрудник Уникальной научной установки «Коллекция генетических ресурсов риса, овощных и бахчевых культур»

E-mail: mr.senya.yurchenko@mail.ru**Semyon Aleksandrovich Yurchenko**

Scientist of the Unique Collection of genetic resources of rice, vegetables and melon crops

E-mail: mr.senya.yurchenko@mail.ru**Элина Юрьевна Папулова**

Старший научный сотрудник лаборатории качества риса

E-mail: elya888.85@mail.ru**Elina Yuryevna Papulova**

Senior scientist of laboratory of rice quality

E-mail: elya888.85@mail.ru**Любовь Владимировна Есаулова**

Ведущий научный сотрудник лаборатории биотехнологии и молекулярной биологии

Lubov Vladimirovna Esaulova

Leading researcher

Все: ФГБНУ «ФНЦ риса»

350921, Россия, Краснодар, Белозерный, 3

E-mail: arri_kub@mail.ru

All: FSBSI Federal Scientific Rice Centre

3, Belozerniy, Krasnodar, 350921, Russia

E-mail: arri_kub@mail.ru

ЮБИЛЕЙ АСХАД ХАЗРЕТОВИЧ ШЕУДЖЕН



Коллектив Федерального научного центра риса сердечно поздравляет академика РАН, доктора биологических наук, профессора, заслуженного деятеля науки РФ, Героя Труда Кубани, почетного работника высшего профессионального образования России Асхада Хазретовича Шеуджена с 70-летием!

Во Всероссийском научно-исследовательском институте риса в 1984 году Асхад Хазретович после окончания КСХИ и аспирантуры во ВНИИ риса начинал свою работу с должности младшего научного сотрудника в лаборатории агрохимии. С 2002 года Асхад Хазретович возглавлял кафедру агрохимии в Кубанском госагроуниверситете, был профессором кафедры естествознания в Майкопском государственном технологическом университете. И по настоящее время его деятельность неразрывно связана с наукой и практикой риса в родном институте, ныне Федеральном научном центре риса.

Шеуджена А.Х. отличает феноменальная работоспособность и неиссякаемый интерес к самым разным областям науки, глубокая интуиция, которая в сочетании с широкой эрудицией и умением выдвигать нетривиальные идеи, дает возможность получать блестящие результаты.

Высочайшие достижения Асхада Хазретовича в области науки о рисе известны всем! Его научные интересы сосредоточены в том числе в области агрохимии, почвоведения, физиологии растений. Группировка рисовых почв Кубани по содержанию микроэлементов, которую он провел, сейчас служит основой для применения микроудобрений

в рисовых агроценозах; расчетные методы, разработанные им для определения доз удобрений и оригинальный способ диагностики питания растений микроэлементами используются в рисоводческих хозяйствах Кубани. Он предложил физиолого-агрохимическую классификацию химических элементов, входящих в состав растений и научно обосновал теорию сбалансированного питания растений макро-, мезо-, микро- и ультрамикроэлементами для получения запланированных урожаев риса. По инициативе и при непосредственном руководстве Асхада Хазретовича создан Адыгейский научно-технический центр риса, который курирует рисоводство Адыгеи.

Шеуджен Асхад Хазретович – автор более 1350 известных научных трудов, из них 133 – монографии и учебные пособия, 158 практических рекомендаций. Патенты на изобретения и фундаментальные монографии: «Полегание риса», «Альгофлора рисовых полей Кубани», «Происхождение, распространение и история возделывания культурных растений Северного Кавказа», «Зарождение и развитие земледелия на Северном Кавказе», «Биогеохимия», «Эколого-генетические основы повышения качества зерна», «Диетология риса», «Агрохимия и физиология питания риса», «Люцерна», «Органическое вещество почвы и методы его определения», «Агрохимические основы применения удобрений»,





**Презентация книги А.Х. Шеуджена «Иван Тимофеевич Трубилин»
в Музее отрасли образования в Кущевском районе, 23.09.2021.**

«Физико-химические приемы повышения полевой всхожести семян и продуктивности рисового агроценоза», «Микроудобрения и регуляторы роста растений», «Народная энциклопедия земледельца» и др. лежат в основе науки и практики культурных растений и являются базисом для обучения в агрономических вузах страны.

Под его руководством защищено 9 докторских и 32 кандидатских диссертации по специальностям: «агрономия», «агрохимия», «ботаника», «почвоведение», «растениеводство», «селекция и семеноводство». Его ученики становятся известными учеными, педагогами, организаторами науки, трудятся в сельском хозяйстве. Асхад Хазретович является главным редактором журнала «XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс», членом редколлегии журналов «Агрохимия», «Вестник Кабардино-Балкарского госагроуниверситета», «Труды КубГАУ», «Политематический сетевой электронный научный журнал КубГАУ», «Вестник ИМСИТа», «Масличные культуры», «Доклады Адыгской международной академии наук», «Рисоводство», «Международный научно-исследовательский журнал», экспертом Российской академии наук, членом диссертационного совета, членом совета Международного содружества ученых-агрохимиков. В кратком списке основных наград и званий Асхада Хазретовича: Заслуженный деятель науки РФ,

Заслуженный деятель науки Республики Адыгея, Заслуженный деятель науки Кубани, «Почетный работник высшего профессионального образования РФ», Лауреат премии им. Д.Н. Прянишникова в области агрохимии, награжден Почетной грамотой РАСХН, четырежды лауреат конкурса Фонда развития отечественного образования «Лучшая научная книга», присуждена общенациональная премия «Профессор года» в номинации «сельскохозяйственные науки»; обладатель дипломов: Россельхозакадемии — за лучшую завершённую разработку, лауреата конкурса «Агрохимик года» в номинации «За вклад в развитие агрохимической науки, заслуженный лауреат «Персона России», XX Московского салона изобретений и инновационных технологий «Архимед-2016», XVII Международного салона изобретений и новых технологий «Новое время», за победу во Всесоюзном конкурсе «Золотые имена высшей школы» в номинации за вклад в науку и образование, фонда развития отечественного образования «Лауреат конкурса на лучшую научную работу — за учебник Агрохимия», диплом и медаль Муждународного фонда «Rotary international», диплом и медаль Европейской научно-промышленной палаты «Diploma di Merito»; избран действительным членом Академии плодородия почв Митчерлиха (Германия). Асхад Хазретович награжден медалью «За вклад в реализацию государственной

политики в области научно-технического развития» (Министерство науки и высшего образования Российской Федерации), а также высшими наградами Республики Адыгея и Краснодарского края: «Герой труда Кубани», лауреат Государственной премии Республики Адыгея, дважды лауреат премии администрации Краснодарского края в области науки. Награжден медалями — «Слава Адыгеи», «За выдающийся вклад в развитие Кубани» I, II и III степени, награжден большим числом других региональных наград, в том числе. ему присвоено почётное звание «Заслуженный работник сельскохозяйственного производства Республики Адыгея», почетный гражданин города Адыгейска и Теучежского района Республики Адыгея. лауреат премии им. Д.Н. Прянишникова Российской Федерации в области агрохимии, Государственной премией Республики Адыгея и дважды лауре-

ат премии Администрации Краснодарского края, лауреат Диплома Россельхозакадемии за лучшую завершённую разработку, четырежды лауреат конкурса Фонда развития отечественного образования «Лучшая научная книга».

Асхада Хазретовича отличают чувство ответственности, глубокая благодарность учителям, постоянная готовность прийти на помощь, совершенно бескорыстно, в трудной ситуации. Все это, а также личное обаяние, вызывает огромное уважение к этому человеку.

Друзья и коллеги искренне поздравляют Асхада Хазретовича с замечательным юбилеем, который он встречает в полном рассвете сил, желают ему доброго здоровья, счастья и новых свершений в науке!

Коллектив ФГБНУ «ФНЦ риса»

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ АВТОРСКИХ ОРИГИНАЛОВ

К публикации принимаются ранее не опубликованные статьи на русском и английском языках. Рукописи представляются на твердом и электронном носителях или по e-mail на адрес **arri_kub@mail.ru** с пометкой «**В редакцию журнала**». Название файла должно содержать указание полугодия и года выпуска номера и фамилию автора латиницей, например, «**1(2014)Ivanova.doc**». Допустимые форматы файлов: **.doc, .docx, .rtf**. В отдельных случаях редакция может попросить представить отдельные файлы изображений или текст также в формате **.pdf**, либо в печатном варианте.

Структура статьи

- УДК;
- инициалы и фамилия, ученая степень автора/авторов и указание города и страны;
- название статьи, аннотация и ключевые слова на русском и английском языках;
- текст статьи;
- список литературы;
- информация об авторе/авторах с указанием их фамилии, имени и отчества (полностью), должности и контактных данных (информация о месте работы, почтовый адрес, e-mail, контактный телефон) на русском и английском языках.

Статью рекомендуется четко структурировать. Примерная структура: обзор, проблема, гипотезы, материал и методы, изложение, аргументация, обсуждение, выводы. Формально структуру статьи желательно отразить в заголовках внутри текста, выделенных **полужирным** шрифтом.

В случае необходимости перевод редактируется или осуществляется редакцией журнала.

Форматирование текста

Пожалуйста, избегайте собственного форматирования. Окончательное форматирование осуществляется редакцией.

- поля: верхнее, нижнее, правое – 1,5 см, левое – 2 см; шрифт – Times New Roman, 12 кегль; интервал полуторный; абзацный отступ – 1,25 см; без переносов;
- используйте *курсив* или **полужирный курсив** для примеров, а также наиболее важных терминов и понятий;
- избегайте использования подчёркиваний;
- таблицы и рисунки должны иметь отдельную нумерацию (например, **Таблица 1**, **Рисунок 1**) и быть озаглавлены, ссылки на них обязательны в тексте статьи. Название таблиц размещается над левым верхним углом таблицы, название рисунка – под рисунком по центру;
- в случае необходимости можно использовать обычные (не концевые!) пронумерованные сноски

Оформление ссылок и списка литературы

Библиографический список приводится в конце статьи в алфавитном порядке в виде пронумерованного списка источников под названием **ЛИТЕРАТУРА**. Библиографический список оформляется в соответствии с ГОСТ 7.1-2003 «Библиографическая запись. Библиографическое описание».

- Книги Сметанин, А. П. Методики опытных работ по селекции, семеноводству, семеноведению и контролю за качеством семян риса / А. П. Сметанин, В. А. Дзюба, А. И. Аprod. – Краснодар, 1972. – 156 с.
Жученко, А. А. Адаптивная система селекции растений (эколого-генетические основы): в 2 т. / А. А. Жученко. – М.: Изд-во РУДН, 2001. – Т. 1. – 780 с; Т. 2. – 785 с.
Ерыгин, П. С. Физиология риса / П. С. Ерыгин. – М.: Колос, 1981. – 208 с.
Система рисоводства Краснодарского края / под. ред. Е. М. Харитоновой. – Краснодар, 2011. – 316 с.
- Авторефераты Ляховкин, А. Г. Мировой генофонд риса (*Oryza sativa* L.) в связи с проблемами селекции: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук / А. Г. Ляховкин. – Ленинград, 1989. – 58 с.
- Диссертации Ковалев, В. С. Селекция сортов риса для Краснодарского края и Адыгеи и разработка принципов их рационального использования: дис. ... д-ра с.-х. наук в форме научного доклада : 06.01.05 : защищена 25.03.1999 / В. С. Ковалев. – Краснодар, 1999. – 49 с.
- Газеты, журналы Рисоводство: научно-производственный журнал / учредитель: ГНУ «ВНИИ риса» Россельхозакадемии. – 2013, № 1 (22). – Краснодар: Просвещение-Юг, 2013. – ISSN 1684-2464.
- Статьи Кумейко, Ю. В. Влияние ингибитора нитрификации на показатели, характеризующие режим азотного питания растений риса / Ю. В. Кумейко // Рисоводство. – Краснодар, 2013. – № 1 (22). – С. 66-70.
Чижикина, Н. П. Эволюция минералогического состава и микростроения основных типов почв Кубани при рисосеянии / Н. П. Чижикина, М. П. Верба // Почвы и их плодородие на рубеже столетий: Материалы 2-го съезда Белорусского общества почвоведов. – Минск, 2001. – Кн. 1. – С. 232-233.
- Электронные ресурсы Зеленский, Г. Л. Российские сорта риса для детского и лечебного питания [Электронный ресурс] / Г. Л. Зеленский // Научный журнал КубГАУ. – Краснодар, 2011. – № 72 (08). – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2011/08/pdf/01.pdf> (Дата обращения: 1.10.2014).
- Зарубежные издания Satake, T. High Temperature-Induced Sterility in Indica Rice in the Flowering Stage / T. Satake, S. Yoshida // Japanese Journal of Crop Science. – 1978. – № 47. – P. 6-17.

Ссылки на зарубежные издания размещаются в алфавитном порядке, после отечественных. В тексте статьи ссылка на источник делается путем указания в квадратных скобках порядкового номера цитируемой литературы, например, **[1]**.

Возвращение рукописи автору на доработку не означает, что статья принята к печати. После получения доработанного текста рукопись вновь рассматривается редколлегией. Доработанный текст необходимо вернуть вместе с ответом на все замечания рецензента. Датой поступления считается день получения редакцией финального варианта статьи.

Редколлегия сборника оставляет за собой право отклонять статьи, оформление и/или содержание которых не соответствует изложенным требованиям, а также статьи, получившие отрицательные оценки рецензентов.

Очередность публикации принятых материалов устанавливается в соответствии с внутренним планом редакции.

FORMATTING REQUIREMENTS

Preparing the manuscript

Editorial address

Please send your manuscripts as an e-mail attachment to the following address: **arri_kub@mail.ru**,
"Attn. Editors of the Magazine".

Languages

Manuscripts can be written in English or in Russian. In view of academic globalization, English articles are especially welcome.

File format

Please prepare the text of your manuscript and submit it as a **.doc, .docx, .rtf file**. Sometimes we may ask for a **.pdf** file for our reference, or for separate **.jpg** files.

Manuscript materials should be ordered as follows:

- authors' names, academic credentials, city and country;
- abstract of approximately 100 words and its Russian translation 5-7 key words;
- body of work;
- list of references and sources;
- information about the authors including full names, affiliation and contacts including mailing and e-mail addresses;
- If needed, translation can be effected by the editors.

Basic formatting

- Do not format the text, use standard paper size to A4
- Set line spacing to 1.5
- Use the same font (Times New Roman, point 12) throughout the document
- Use *italics* or **boldface italics** to draw the readers' attention to particular aspects of the text
- Tables and figures should be numbered separately (**Table 1, Figure 1, etc.**)
- Use footnotes

Final formatting will be done by the editors.

Bibliographical references

At the end of the manuscript, provide a full bibliography with the heading: **REFERENCES**.

Arrange the entries **alphabetically** by surnames of authors.

Some examples of references are given below.

- | | |
|----------------------|---|
| Books and monographs | Modeling the Impact of Climate Change on Rice Production in Asia / edited by R. B. Matthews, M. J. Kroppf, D. Bachelet, H. H. van Laar. – Wallingford: CAB INTERNATIONAL. – 289 p.
Yoshida, S. Fundamentals of Rice Crop Science / S. Yoshida. – Los Banos, 1981. – 269 pp. |
| Journal articles | Satake, T. High Temperature-Induced Sterility in Indica Rice in the Flowering Stage / T. Satake, S. Yoshida // Japanese Journal of Crop Science. – 1978. – № 47. – P. 6-17 |
| Online sources | Vaghefi, N. The Economic Impacts of Climate Change on the Rice Production in Malaysia [Electronic source] / N. Vaghefi, M. Nasir Shamsudin, A. Makmom, M. Bagheri // International Journal of Agricultural Research. – 2011. – Vol. 6, Issue 1. – Pp. 67-74. – Access mode: http://scialert.net/abstract/?doi=ijar.2011.67.74 (Accessed 1.10.2014). |

References in the text and in the footnotes should include the number of the publication as in the references list enclosed in square brackets, Eg.: **[1]**.

Подписано в печать 29.02.2022 Формат 60*84/8 Бумага офсетная Усл. печатн. листов 12,5 Заказ № 1590. Тираж 500 экз.	Тираж изготовлен в типографии ИП Копыльцов П.И., 394052, г. Воронеж, ул. Маршала Неделина, д. 27, кв. 56.
---	--