

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ
«ФЕДЕРАЛЬНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РИСА»

MINISTRY OF SCIENCE AND HIGHER EDUCATION OF THE
RUSSIAN FEDERATION
RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES
FEDERAL STATE BUDGETARY SCIENTIFIC INSTITUTION
«FEDERAL SCIENTIFIC RICE CENTRE»

**СЕЛЕКЦИЯ, СЕМЕНОВОДСТВО, ТЕХНОЛОГИЯ
ВОЗДЕЛЫВАНИЯ
И ПЕРЕРАБОТКА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ
КУЛЬТУР**

Материалы
Международной научно-практической конференции
26-27 августа 2021 г.

**BREEDING, SEED PRODUCTION, CULTIVATION
TECHNOLOGY AND PROCESSING OF AGRICULTURAL
CROPS**

Proceedings of
International Scientific and Practical Conference
August 26-27, 2021

Краснодар 2021

УДК 632(06)

ББК 47ф

Редакционная коллегия:

С.В. Гаркуша,

врио директора ФГБНУ «ФНЦ риса», д.с.-х.н., профессор

В.С. Ковалев,

зам. директора ФГБНУ «ФНЦ риса», д.с.-х.н., профессор

Л.В. Есаулова,

ученый секретарь ФГБНУ «ФНЦ риса», к.б.н.

Селекция, семеноводство, технология возделывания и переработка сельскохозяйственных культур: материалы Международной научно-практической конференции – Краснодар: ФГБНУ «ФНЦ риса», 2021. – 372 с.

Предлагаемый сборник научных материалов составлен на основе представленных докладов, выступлений участников Международной научно-практической конференции «Селекция, семеноводство, технология возделывания и переработка сельскохозяйственных культур», состоявшейся в Федеральном научном центре риса (г. Краснодар) 26-27 августа 2021 года.

Представленные в сборнике труды отражают результаты фундаментальных и прикладных исследований в области агропромышленного комплекса. Освещены вопросы селекции, семеноводства, генетики, биотехнологии и молекулярной биологии, защиты, технологии возделывания и переработки сельскохозяйственных культур. Большинство статей подготовлено молодыми учеными научно-исследовательских и образовательных учреждений РФ.

Издание адресовано научным работникам, преподавателям, студентам, аспирантам и специалистам сельского хозяйства.

УДК 632(06)

ББК 47ф

ISBN 978-5-906563-61-3

© ФНЦ риса, 2021

ПРИВЕТСТВЕННОЕ СЛОВО

**С.В. Гаркуши, врио директора ФГБНУ «ФНЦ риса»,
доктора сельскохозяйственных наук, профессора**



Уважаемые коллеги, друзья, от имени коллектива Федерального научного центра риса позвольте приветствовать Вас в стенах нашего учреждения! Мы благодарны всем участникам и гостям, которые приехали на Международную научно-практическую конференцию «Селекция, семеноводство, технология возделывания и переработка сельскохозяйственных культур», посвященную 90-летию со дня образования ФГБНУ «Федеральный научный центр риса». На базе ФГБНУ «ФНЦ риса» за долгие годы работы было проведено множество конференций, каждая из которых давала участникам возможность поделиться своим видением вопросов, касающихся сельского хозяйства.

Наш форум продолжает традиции отечественной сельскохозяйственной науки: выездные школы, семинары, конференции доступны и для академиков, и для студентов и аспирантов. Нередко в таких интеллектуальных мероприятиях поднимаются научные проблемы, разработка которых, впоследствии, приводит к формированию целых направлений в области фундаментальных и прикладных исследований.

Тематика нашей конференции довольно широка, она затрагивает различные направления сельского хозяйства от селекции и генетики до информационных технологий и автоматизации. Именно благодаря комплексному подходу к разным областям отрасли у современной науки есть возможность сделать новые открытия и прийти к весомым достижениям.

Важная роль в решении проблем сельского хозяйства отводится и производству. Наиболее успешно и быстро находят новые ре-

шения там, где объединяются усилия науки и производства, где мультидисциплинарные научные исследования ориентированы на конечный производственный результат в масштабе региона или отрасли, где производство делает заказ науке, а затем оперативно и эффективно реализует научные достижения на практике.

Уверен, что результаты конференции будут полезны всем участникам, а те знания и идеи, которые будут получены в процессе работы мероприятия, послужат хорошей базой для успешного начала творческой деятельности молодых ученых.

Позвольте от имени коллектива и от себя лично пожелать Вам интересного, насыщенного пребывания на конференции, плодотворной работы, теплого человеческого общения и успехов в реализации новых научных идей.

Врио директора ФГБНУ «ФНЦ риса»,

д. с.-х. н., профессор

С.В. Гаркуша



СЕЛЕКЦИЯ, ГЕНЕТИКА И ФИЗИОЛОГИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

DOI: 10.33775/conf-2021-5-13

УДК 631.527:633.18

СЕЛЕКЦИОННАЯ РАБОТА ПО СОЗДАНИЮ СУХОДОЛЬНОГО РИСА

Костылев П.И., Аксенов А.В., Краснова Е.В.

ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской», г. Зерноград, Россия

Аннотация. В статье показаны результаты морфо-биологического изучения сортообразцов риса в выращенных на полях ОП «Пролетарское» Ростовской области в условиях засухи и нормального обеспечения водой. Цель исследований – сравнительный структурный анализ образцов риса в условиях почвенной и воздушной засухи и при обычном затоплении водой. Степень засухоустойчивости определяли через соотношения величин признаков в опытном варианте к контролю (З/К). Формирование количественных признаков у растений в условиях нормального полива и при дефиците влаги происходило по-разному. В условиях засухи по сравнению с нормой уменьшилась урожайность (67,9 % к норме), количество растений к уборке на 1 м², масса метелки, масса 1000 зерен; увеличилась кустистость, число колосков на метелке и ее плотность, вегетационный период «залив водой – цветение». Особенно сильно возросли количество пустых колосков на метелке и процент пустозерности. Величины остальных изученных признаков были на одном уровне в обоих вариантах опыта. Выявлены сорта Контакт, Золотые всходы, Маловодотребовательный и другие, у которых урожайность в опыте составила 106,9-138,0% к контролю. Максимальную урожайность в засушливых условиях сформировали сорта Боярин (4,43 т/га), Контакт (4,53 т/га), Золотые всходы (4,60 т/га) и Суходол (4,60 т/га). Выделены формы, устойчивые к засухе, которые можно использовать при создании суходольных сортов риса.

Ключевые слова: рис, сорт, источник, суходол, засухоустойчивость, периодический полив, урожайность

DOI: 10.33775/conf-2021-5-13

UDC 631.527:633.18

BREEDING WORK TO CREATE DRY RICE

Kostylev P.I., Aksenov A.V., Krasnova E.V.

FSBSI «Agricultural research center «Donskoy», Zernograd, Russia

Abstract. The article shows the results of a morpho-biological study of rice cultivars-samples grown in the fields of the "Proletarskoe" plant of the Rostov region under drought conditions and normal water supply. The aim of the research is a comparative structural analysis of rice samples under conditions of soil and air drought and under normal flooding with water. The degree of drought resistance was determined through the ratio of the values of the traits in the experimental variant to the control (D / C). The formation of quantitative traits in plants under normal watering conditions and with a moisture deficit occurred in different ways. Under drought conditions, compared with the norm, the yield decreased (67.9% of the norm), the number of plants to be harvested per 1 m², the mass of the panicle, the mass of 1000 grains; increased bushiness, the number of spikelets on the panicle and its density, the growing season "flooding with water - flowering". The number of empty spikelets on a panicle and the percentage of empty grain increased especially strongly. The values of the remaining studied characteristics were at the same level in both variants of the experiment. The varieties Kontakt, Zolotye vshody, Malovodrebovatelny and others were identified, in which the yield in the experiment was 106.9-138.0% compared to the control. The maximum yield in dry conditions was formed by the varieties Boyarin (4.43 t / ha), Contact (4.53 t / ha), Zolotye vshody (4.60 t / ha) and Sukhodol (4.60 t / ha). Drought-resistant forms that can be used to create dry-land rice varieties have been identified.

Key words: rice, variety, source, dry land, drought resistance, periodic watering, yield

Введение

Рис это одна из главных продовольственных культур у народов мира. Увеличение его урожайности представляет собой сложную задачу в условиях появления разных абиотических стрессов, и увеличения частоты жестких климатических условий [6]. Наиболее важным

ограничением при производстве риса в регионах его возделывания является нехватка воды, то есть засуха [11].

В последние годы фермеры выращивают на своих полях высокоурожайные сорта риса для получения более высокого дохода и удовлетворения спроса на рис. Однако изменения климата привели к увеличению числа случаев засухи во всем мире и замедлили производство риса. Засуха была ключевой проблемой продовольственной безопасности и привела к убыткам в размере 28 миллиардов долларов для растениеводства и животноводства в Азии с 2003 по 2013 год [2]. Многие исследователи во всем мире уделяют серьезное внимание созданию засухоустойчивых сортов риса, чтобы смягчить последствия дефицита воды [3]. Сорта риса могли бы обеспечить лучшее страхование урожая в странах, сталкивающихся с этой проблемой [7].

Засуха угнетает растения на любом этапе развития, однако стресс на стадии репродукции ведет к существенному снижению урожайности на 24-84 % [9]. Знание механизмов засухоустойчивости растений риса, выявление устойчивых образцов, применение новой стратегии и методов селекции, определение QTL и генов дают много возможностей для увеличения устойчивости риса к засухе.

Засухоустойчивость с.-х. растений – это не только выживаемость и рост при водном дефиците, но и незначительное снижение урожайности от этого стресса. Засухоустойчивость риса определяется способностью к выживанию и продуктивностью в засушливых условиях [5]. Она контролируется 4-мя механизмами: уходом от засухи, предотвращением засухи, устойчивостью к засухе и восстановлением после засухи [4]. Засухоустойчивость является количественным показателем и часто обозначается относительными значениями разных признаков (соотношение величин в засушливых условиях роста к таковым в нормальных). Засухоустойчивость – это комплексный признак, отражающий морфологические, физиологические, биохимические и молекулярные изменения. Системы индексов можно использовать для определения механизмов засухоустойчивости в селекции на толерантность к этому стрессору [10].

Цель исследований. Сравнительный структурный анализ образцов риса в условиях почвенной и воздушной засухи и при обычном затоплении водой.

Материалы и методы исследований. Выращивали 65 сортообразцов риса из ВИР им. Н.И. Вавилова, АНЦ «Донской», ФНЦ риса, ВНИИОЗ. Работу проводили в 2019-2020 гг. в ОП «Пролетарское» Ростовской области. Площадь участков – 10 м², повторность трехкратная, норма высева – 500 семян на 1 м². Сортообразцы выращивали в двух вариантах: с дефицитом влаги и обычном (затопляемом). Для имитации засухи использовали чек с периодическим орошением. Поливали растения пуском воды из оросителя после посева – 10 мая (10 см) и во время вегетации – 12 июня (5 см), 28 июля (8 см) и 17 августа (10 см) при высыхании почвы до образования трещин на поверхности. Несмотря на то, что во время стресса было несколько дождливых дней, вода быстро впитывалась в почву. Засуха возникала несколько раз с интервалом от одного до другого полива. Начиная с конца июля, большинство образцов начали выметываться и цвести. Влияние дефицита влаги на этом этапе имело решающее значение для выделения генотипов с хорошей устойчивостью к засухе. В 2019 году было низкое количество осадков в июне и августе и повышенная температура в период «апрель-сентябрь». В 2020 году погодные отличались сильными дождями в мае и июне; нехваткой их в апреле, июле и августе и отсутствием в сентябре, т.е. существенной засухой на репродуктивной стадии вегетации риса. Температурный режим апреля и мая был ниже нормы, а летом и в сентябре превышал ее на 2,3-4,3°C. Самая низкая зарегистрированная дневная температура (с 12 до 18 часов) летом составляла 20°C (4.06.2020), в то время как самая высокая – 40°C (7.07.2020).

Соотношение величины признака в опытном варианте к контролю показывало степень засухоустойчивости (З/К). Математическая обработка информации проводилась с использованием программы Excel и Statistica 8.

Результаты и их обсуждение. В 2019 году в условиях засухи были выделены 7 суходольных образцов с высокой устойчивостью: Ан-Юн-Хо, Дин-Сян, Контро, Хун-Мо, Чан-Чунь-Ман (Китай), Золотые всходы (Россия), Маловодотребовательный (Узбекистан) и др. Особенно хорошо показали себя Хун-Мо, Дин-Сян, Чан-Чунь-Ман. Наибольшее суммарное значение устойчивости оказалось у образца Хун-Мо (69,1%), а наименьшее – у Ан-Юн-Хо (53,6%). Максимальное среднесортное отношение величины признака при засухе к норме (З/К) показала масса 1000 зерен (97,1%), затем этот показатель

уменьшался у высоты растений (81,7%), длины метелок (76,8%), урожайности зерна (63,4%), массы зерна на метелке (42,3%), количества выполненных зерен на метелке (38,1%) и количества пустых колосков на метелке (21,6%). Таким образом, минимальное снижение З/К было по массе зерновки, а максимальное – по количеству колосков и зерен на метелке [1].

В 2020 году засуха была более жесткой, однако большая часть изученных сортообразцов риса зацвела и созрела. Однако формирование растений в условиях засухи и нормальной оводненности почвы формировались по-разному, и урожайность зерна в опыте составила в среднем 67,9% к норме (табл.). Урожайность при засухе колебалась от 1,33 до 4,6 т/га, в среднем 3,24, а на контроле – от 2,43 до 7,41 т/га, в среднем 4,77.

При этом отдельные сортообразцы формировали в засушливых условиях даже более высокую урожайность, чем в обычных, например Контакт, Золотые всходы, Маловодотребовательный, ЗУЛК 6 и ЗУЛК 15. У них показатель З/К был выше 100% (106,9-138,0%). Они являются раннеспелыми и при затоплении давали низкий урожай. Некоторые образцы формировали близкие величины урожайности зерна в опыте и контроле, З/К – от 86,5 до 99,9%. К ним относятся сортообразцы из северо-восточного Китая: Дин-Сян, Контро, Ан-Юн-Хо, Чан-Чунь-Ман, и линии с их участием: Чан-Чунь-Ман х Южанин (7966), Командор х Чан-Чунь-Ман (7968).

В условиях засушливого стресса продуктивность и величины количественных признаков у изученных линий и образцов существенно различались. В таблице показаны диапазоны, средние значения, коэффициенты вариации (CV) у пятнадцати признаков. Такие признаки, как высота растений, масса 1000 зерен и вегетационный период, показали низкий CV (<10%) в обоих вариантах опыта. Кустистость имела низкие значения на контроле (7,8%), но высокие – при засухе (25,1%). Большинство признаков показали среднюю изменчивость (CV=10-20%), в то время как плотность метелки, количество колосков и выполненных зерен на метелке, урожайность регистрировали в исследовании высокую изменчивость (CV=20-30%). В данном исследовании очень высокая изменчивость была по количеству пустых колосков и проценту пустозерности (CV >30%).

Это было обусловлено тем, что произошла существенная задержка из-за засухи сроков цветения и созревания. Растения останавлива-

лись в росте и развитии, сухие ветры вызвали отмирание части листьев и препятствовали опылению, что уменьшало фертильность колосков.

Если цветение задерживалось более нескольких дней, это приводило к большим потерям урожая. Запаздывание цветения увеличивало стерильность колосков и снижало урожайность зерна вследствие засухи. Поэтому можно повысить засухоустойчивость при помощи отбора растений с незначительной задержкой цветения из-за засухи [8]. Задержка времени цветения произошла у всех изученных образцов, но в различной степени. В среднем на контроле период вегетации «всходы-цветение» составил 83 дня (73-102), а в опыте – 99 дней (86-112). Задержка составила 2 недели (19,3%). У пяти образцов она была не более 10 %, у остальных – от 10,2 до 25,7 %.

Таблица. Диапазоны, средние значения, коэффициенты вариации (CV) признаков в условиях стресса от засухи и на контроле в нормальных условиях у 65 сортообразцов риса, Пролетарск, Ростовская область, 2020 г.

Признак	Засуха				Контроль				З/К
	минимум	максимум	средние	CV, %	минимум	максимум	средние	CV, %	
1	55,5	143,1	96,6	15,7	58,5	165,6	118,5	21,1	81,6
2	141,9	249,9	190,2	14,5	90,6	276	180,3	21,7	105,5
3	1,5	3,4	2,1	22,6	1,2	1,9	1,6	7,8	135,2
4	64,4	99,4	81,0	9,0	66,7	108,9	80,0	9,6	101,3
5	22,7	55,3	41,4	18,4	21,6	56,6	42,8	16,1	96,7
6	13,6	35,0	23,6	18,3	15,2	38,1	27,6	17,9	85,6
7	12,0	19,5	15,1	13,5	12,0	17,8	14,5	11,2	104,2
8	3,3	12,5	8,4	32,5	3,4	10,6	7,3	21,0	115,0
9	55,2	172,8	122,5	26,9	47,3	142,0	103,7	18,6	118,1
10	47,3	147,3	97,2	22,2	44,7	134,2	95,5	17,7	101,8
11	4,7	74,0	25,2	151,2	2,3	23,3	8,2	49,1	309,1
12	6,4	47,2	19,6	98,0	3,0	16,3	7,6	36,8	257,4
13	18,3	28,1	22,9	8,1	23,5	30,5	27,9	5,3	82,0
14	86,0	112,0	99,0	7,0	73,0	102,0	83,0	6,8	119,3
15	1,33	4,6	3,24	26,0	2,43	7,41	4,77	23,5	67,9

* Признаки: 1) количество растений к уборке на 1 м², шт., 2) количество продуктивных стеблей к уборке на 1 м², шт., 3) кустистость, шт./растение, 4) высота растений, см, 5) масса 10 растений, г, 6) масса 10 метелок, г, 7) длина метелки, см, 8) плотность метелки, шт./см, 9) общее число колосков на ме-

телке, шт., 10) количество выполненных зерен в метелке, шт., 11) количество пустых колосков, шт., 12) пустозерность, %, 13) масса 1000 зерен, г, 14) вегетационный период «залив водой – цветение», дни, 15) урожайность, т/га

Корреляция урожайности при засухе с урожайностью при затоплении отсутствовала ($r=0,05\pm 0,01$), с их соотношением З/К была средней положительной ($r=0,70\pm 0,01$), а с продолжительностью периода вегетации от прорастания до цветения на контроле и в опыте – средней отрицательной ($r=-0,56\pm 0,01$), ($r=-0,52\pm 0,01$), соответственно. Поэтому раннеспелые сорта при выращивании на суходоле обладают преимуществом перед средне- и позднеспелыми.

Наибольшую урожайность в условиях засухи показали сорта Боярин (4,43 т/га), Контакт (4,53 т/га), Золотые всходы (4,60 т/га) и Суходол (4,60 т/га). При этом первые три получили преимущество благодаря скороспелости, а последний хотя и потерял из-за торможения развития 27,6 % урожая, но компенсировал это более высоким потенциалом урожайности, который на контроле составил 6,35 т/га.

Анализ количественных признаков, в том числе элементов структуры урожая, на двух вариантах опыта, то есть в условиях засухи и нормальной оводненности почвы, показал значительные различия, как по сортам, так и по вариантам. Самое низкое соотношение З/К наблюдалось по урожайности зерна – 67,9 %. Однако оно было результатом взаимодействия многих других признаков и факторов.

Количество растений к уборке на 1 м², в опыте (96,6 шт.) было меньше, чем на контроле (118,5), поэтому показатель З/К составил всего 81,6 %. Однако количество на 1 м², даже повысилось на 10 штук к контролю и составило 190,2 штук за счет повышенной кустистости на богаре – 2,1, шт./растение (1,6 – на контроле), прирост составил 35,2 %. Таким образом, здесь произошла компенсация противоположных тенденций.

По высоте растений диапазон изменчивости образцов на контроле (66,7-108,9 см) был несколько смещен вправо по сравнению с опытом (64,4-99,4 см), однако средние величины оказались одинаковыми за счет асимметричности распределения и составили 81 и 80 см, соответственно, т.е. почти не различались. Поэтому величина З/К составила 101,3%. Длина метелки в опыте составила 15,1 см, на контроле 14,5 см, почти на одном уровне (З/К=104,2 %)

Масса 10-ти растений в опыте (41,4 г) незначительно уступала таковой на контроле (42,8 г), поэтому показатель З/К составил 96,7 %, однако масса 10 метелок значительно снизилась в опыте до 23,6 г (контроль 27,6 г), уменьшив З/К до 85,6 %.

Общее количество колосков на метелке составило в опыте 122,5 штук, а на контроле – 103,7, т.е. превышение составило почти 20 колосков, а З/К=118,1 %. Это повлияло и на плотность метелки, которая увеличилась с 7,3 до 8,4 шт./см (З/К=115,0 %). Однако количество выполненных зерен в метелке в опыте (97,2 шт.) оказалось почти одинаковым с контролем (95,5 шт.), поэтому З/К было близко к 100% (101,8). Это нивелирование произошло за счет увеличения количества пустых колосков на метелке, которое выросло с 8,2 до 25,2 штук, а показатель З/К приобрел рекордную величину 309,1 %. Соответственно увеличился и процент пустозерности, с 7,6 до 19,6 %, (З/К=257,4 %).

Масса 1000 зерен у образцов в условиях засухи варьировала от 18,3 до 28,1 г, в среднем 22,9 г, существенно уступая таковой на контроле диапазон которой составлял от 23,5 до 30,5 г, в среднем 27,9 г. Поэтому показатель З/К снизился до 82,0%. Это было связано с повышенной шуплостью семян, наливавшихся в условиях сильной почвенной и воздушной засухи. Особенно пострадали более поздние образцы, тогда как раннеспелые сорта Волгоградский, Контакт и другие почти не уменьшили массу зерновки.

Заключение

Компоненты формирования урожая зерна в условиях недостаточного увлажнения различаются. В условиях засухи по сравнению с нормой уменьшается урожайность (67,9 %), количество растений к уборке на 1 м² (81,6%), масса метелки (85,6 %), масса 1000 зерен (82,0 %); увеличивается кустистость (135,2 %), общее число колосков на метелке (118,1 %) и ее плотность (115,0 %), вегетационный период «залив водой – цветение» (119,3 %). Особенно сильно возрастает количество пустых колосков на метелке (309,1 %) и процент пустозерности (257,4 %). Величины остальных изученных признаков оказались на одном уровне в обоих вариантах опыта.

Максимальную урожайность в засушливых условиях сформировали сорта Боярин (4,43 т/га), Контакт (4,53 т/га), Золотые всходы (4,60 т/га) и Суходол (4,60 т/га).

В результате проведенной работы из изученного набора сортов и образцов выделили формы, устойчивые к засухе, которые можно использовать при создании суходольных сортов риса для богарных сельскохозяйственных предприятий в условиях периодического орошения или уменьшения объема поливной воды для чеков.

Литература

1. Костылев П.И. Селекционная работа по маловодотребовательному рису в АНЦ «Донской» / П.И. Костылев, Е.В. Краснова, А.В. Аксенов // *Зерновое хозяйство России*. – 2020. – № 1(67). – С. 54–58. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-67-1-54-58
2. Food and Agriculture Organization. The Impact of Natural Hazards and Disasters on Agriculture and Food and Nutrition Security: A Call for Action to Build Resilient Livelihoods; FAO: Rome, Italy, 2015.
3. Fukai S. Development of drought resistant cultivars using physiomorphological traits in rice / S. Fukai, M. Cooper // *Field Crop Res.* – 1995. – 40(2). – P. 67–86.
4. Lawlor D.W. Genetic engineering to improve plant performance under drought: physiological evaluation of achievements, limitations, and possibilities // *J. Exp Bot.* – 2013. – 64(1). – P. 83–108.
5. Luo L.J. Breeding for water-saving and drought resistance rice (WDR) in China // *J. Exp. Bot.* – 2010. – 61(13). – P. 3509–3517.
6. Mittler R. Genetic engineering for modern agriculture: challenges and perspectives / R. Mittler, E. Blumwald // *Annu Rev Plant Biol.* – 2010. – 61. – P.443–462.
7. Mohd Ikmal A. Incorporating drought and submergence tolerance qtl in rice (*Oryza sativa* L.) – the effects under reproductive stage drought and vegetative stage submergence stresses / A. Mohd Ikmal, A.A.S. Noraziyah, R. Wickneswari // *Plants*, 2021. – 10. – P. 225. <https://doi.org/10.3390/plants10020225>
8. Pantuwan G. Yield response of rice (*Oryza sativa* L.) genotypes to drought under rainfed lowlands: 2. Selection of drought resistant genotypes / G. Pantuwan, S. Fukai, M. Cooper, S. Rajatasereekul, J.C. O'Toole // *Field Crops Research.* – 2002. –73. – P.169-180.
9. Venuprasad, R. Response to direct selection for grain yield under drought stress in rice / R. Venuprasad, H. Lafitte, G. Atlin // *Crop Sci.* – 2007. – 47(1). – P. 285–293.
10. You J. Genetic Improvement of Drought Resistance in Rice / J. You, L. Xiong // in book “Genetic Manipulation in Plants for Mitigation of Climate Change”, P.K. Jaiwal et al. (eds.), Springer, India, 2015. – P. 73-76. DOI 10.1007/978-81-322-2662-8_1
11. Zhang Q. Strategies for developing Green Super Rice / Q. Zhang // *Proc Natl Acad Sci USA*, 2007. – 104(42). – P. 16402–16409.

DOI: 10.33775/conf-2021-14-39

UDC 633.1

**EFFECTS OF MANGANESE STRESS ON THE GROWTH,
SELENIUM AND MANGANESE CONTENT OF SELENIUM-
ENRICHED RED RICE**

*Yang Su¹, Yu Jie Zhang¹, Ling Li¹, Xin Huang¹, Zhe Guo¹, Meiling Li¹,
Xiaoying Ye¹, Xiaomei Jia¹, Jianqing Zhu^{1*}*

*¹ Rice research institute, Sichuan Agricultural University, 211, Huimin
Road, Wenjiang District, Chengdu, Sichuan 611130, China*

**Corresponding author: Jianqing Zhu, Rice research institute, Sichuan
Agricultural University, Chengdu, Sichuan 611130, China,*

E-mail address: zhujianqing1963@163.com, Tel: +8613982259663

Abstract: Selenium (Se) is an important element in living organisms, which effects on the growth and development of plants and alleviates toxicity of certain heavy metals on plants. However, the interaction of Se and manganese (Mn) in plant received little attention. In this work, a pot experiment was conducted to determine whether Se-rich rice has a mitigating effect on Mn stress. The Se and Mn concentration in grains, and stems and leaves of Z5097B (Se-rich glutinous rice), Z5097A/R2035(Se-rich glutinous rice), Z2057A/R881(Se-rich rice) and GanYou 725 (non Se-rich rice) under different levels of Mn stress (0, 0.5, 25, 100 mg/L MnSO₄) at tillering, booting, heading and milking stages were studied. The results that the Mn content in leaves at tillering and booting stage was higher than that in the stem, indicated that most of Mn was concentrated in leaves at early stage of rice growth. Compared with GanYou 725, the other three Se-rich rice had a lower toxic absorption effect on Mn, while Z2057A / R881 performed best. From the heading stage, Z5097B has higher Mn enrichment than other Se-rich rice, while GanYou 725 has very low Se concentration (almost zero) at 25 and 100 mg/L of Mn, and shows significant Mn stress. Z5097A / R2035 has lower Mn concentration in stems and leaves than other rice and performs relatively stable. in bran The Mn concentration accounted for 52%-60% of the total Mn content in the grain, which was higher than that of the non-Se-rich rice. The Se-rich rice has extremely low Mn concentration with gradually decrease in polished rice and endosperm under the increase of Mn treatment. The Se-rich rice and Se-rich glutinous rice used in this study could be recom-

mended for planting in areas under Mn stress, and also selling as natural antioxidants and health foods in the market.

Key words: selenium-enriched rice, selenium, manganese stress, growth period

DOI: 10.33775/conf-2021-14-39

UDC 633.1

**ВЛИЯНИЕ МАРГАНЦЕВОГО СТРЕССА НА РОСТ,
СОДЕРЖАНИЕ СЕЛЕНА И МАРГАНЦА У КРАСНОГО РИСА,
ОБОГАЩЕННОГО СЕЛЕНОМ**

*Ян Су¹, Ю Цзе Чжан¹, Лин Ли¹, Синь Хуанг¹, Чжэ Гуо¹, Мэйлин Ли¹,
Сяоин Йе¹, Сяомэй Цзя¹, Цзяньцин Чжу^{1*}*

¹ Научно-исследовательский институт риса, Сычуаньский сельскохозяйственный университет, 211, Huimin Road, район Вэньцзян, Чэнду, Сычуань 611130, Китай

** Для корреспонденции: Цзяньцин Чжу, Научно-исследовательский институт риса, Сычуаньский сельскохозяйственный университет, Чэнду, Сычуань 611130, Китай,*

E-mail: zhujianqing1963@163.com, Тел: +8613982259663

Резюме: Селен (Se) является важным элементом в живых организмах, который влияет на рост и развитие растений и снижает токсичность некоторых тяжелых металлов для растений. Однако взаимодействию Se и марганца (Mn) в растениях уделялось мало внимания. В данной работе представлены результаты вегетационного опыта, который проводился, чтобы определить, оказывает ли рис, обогащенный селеном, смягчающее действие на стресс, вызываемый марганцем. Концентрация Se и Mn в зернах, стеблях и листьях Z5097B (глютинозный рис с высоким содержанием селена), Z5097A/R2035 (глютинозный рис с высоким содержанием селена), Z2057A/R881 (рис с высоким содержанием селена) и GanYou 725 (без содержания селена) при различных уровнях Mn-стресса (0, 0,5, 25, 100 мг/л MnSO₄) на этапах кушения, трубоквания, выметывания и молочной спелости. Результаты, свидетельствующие о том, что содержание Mn в листьях на стадии кушения и трубоквания выше, чем в стебле, указывают на то, что большая часть Mn концентрируется в листьях на ранней стадии вегетации. По сравнению с GanYou 725, три образца риса, обогащенного Se, имели более низкий токсический эффект поглощения Mn, лучшие результаты показал об-

разец Z2057A/R881. На стадии выметывания Z5097B имеет более высокое содержание Mn, чем другие образцы риса с высоким содержанием Se, в то время как GanYou 725 имеет очень низкую концентрацию Se (почти нулевую) при 25 и 100 мг/л Mn и демонстрирует значительный марганцевый стресс. Z5097A/R2035 имеет более низкую концентрацию Mn в стеблях и листьях, чем у других образцов. В отрубях концентрация Mn составляла 52-60% от общего содержания Mn в зерне, что было выше, чем у риса без содержания Se. Рис, обогащенный Se, имеет чрезвычайно низкую концентрацию Mn с постепенным уменьшением его количества в крупе и эндосперме зерна. Образцы рис, обогащенного селеном, использованные в этданном исследовании, можно рекомендовать для выращивания в районах, подверженных марганцевому стрессу, а также продавать на рынке как натуральные антиоксиданты и здоровую пищу.

Ключевые слова: рис, обогащенный селеном, селен, марганцевый стресс, вегетационный период.

1. Introduction

On the earth, more than 85% of rice are white-hulled rice while the rest are mainly colored rice represented by purple, black and red in seed hulls (Goufo and Trindade 2014), and colored rice has long been eaten in many Asian countries (Tananuwong and Tewaruth 2010). Chinese people have used red yeast to ferment red glutinous rice for a long history, which has special functions, such as promoting blood circulation, lowering cholesterol and antioxidant activity (Heber, Yip et al. 1999). Compared with conventional rice, colored rice has higher nutritional value and colored rice, and its extractive have higher antioxidant activity and free radical scavenging ability (Nam, Sun et al. 2006, Mi, Kim et al. 2012, Faiz, Hanafi et al. 2015).

Selenium is an indispensable micronutrient for humans and animals. Studies have shown that Se supplementation can enhance the ability to scavenge free radicals and can play a coordinating role in strengthening immune response which is beneficial to delay the aging of immune system (Mansour, Goda et al. 2017, Mostofa, Hossain et al. 2017). Selenium resists cellular aging and death by resisting peroxides and scavenging free radicals, reducing or delaying the formation of lipofuscin (Freeman, Masanori et al. 2010, Ošťádalová, Charvátová et al. 2010). For the plants, Some scientists believe that Se is a useful element because it has many effects on the plant growth and development, participates in the regulation of plant photosyn-

thesis and respiration, reduces free radical damage to plants, enhances plant resistance and reduces the toxicity of heavy metals on plants.(Percival and Fraser 2001, Zhu, Pilon-Smits et al. 2009, Malik, Goel et al. 2012, Zhang, Feng et al. 2012, Mu, Tang et al. 2014). At the same time, it can increase the content of chlorophyll and humulus in the leaves of plant (Jing, Ying et al. 2012), it can also reduce damage caused by UV-induced oxidative stress (Xue, Hartikainen et al. 2001, Kong, Wang et al. 2005, Akbulut and Cakir 2010, Djanaguiraman, Prasad et al. 2010). It stimulates the plant growth and enhances plant tolerance or resistance to abiotic or biotic stress (Hawrylak-Nowak, Matraszek et al. 2010, Li, Liu et al. 2017).

Manganese is one of the essential trace elements for plant growth and is absorbed by roots in the form of Mn^{2+} . Studies have shown that a variety of membrane transport proteins on plant cell membranes not only have Zn^{2+} , Fe^{2+} transport functions, but also have strong Mn^{2+} and Cd^{2+} transport functions. However, the available content in the soil is susceptible to environmental factors. In calcareous soil (Petrie and Jackson 1984, Bolan, Adriano et al. 2003), the effective of Mn in the long-term rice-wheat rotation soil (Fang, Zhang et al. 2000) is easily lost, which is not conducive to the growth of crops. Therefore, a cheap Mn fertilizer ($MnSO_4$) is commonly used in the production plant. However, Mn is a variable-valent metal element, which exists in soil (solution) in the form of Mn^{2+} , Mn^{3+} , and Mn^{4+} , and Mn^{2+} is the only form of root absorption. Therefore, soil Mn pollution is caused by the abuse of Mn fertilizer. Simultaneously, heavy metal pollution has become a global problem, in which modern man-made mining, steel production and smelting, urban wastewater discharge, sewage sludge, use of fungicides, fossil fuels, etc. will cause Mn pollution in the environment (Nádaská, Lesny et al. 2010). After a large amount of arable land Mn pollution, the Mn concentration in leave of the plant ranges from 30 to 500 mg/kg, and the accumulation of excess Mn may cause the plant to suffer from Mn poisoning. (Boojar, Goodarzi et al. 2008). Studies have shown that excess Mn is stored in vacuoles, cell walls and chloroplast thylakoids (González and Lynch 1999). However, Mn contaminated soil will cause a large amount of Mn to migrate to plants, resulting in adverse effects on plant growth, which may show symptoms such as withering, chlorosis, leaf curl, growth retardation, deformation and necrosis of young leaves, and brown spot on leaf surface. Modern industrialization is developing rapidly. Manganese enter-

ing the soil through various channels is accumulating. The expansion of acid soil further exacerbates the release of Mn effective, resulting in excessive Mn concentration in the soil. It is people's exploration to find a cost-effective of Mn pollution control method. direction. Phytoremediation has gained widespread attention because of its potential for high efficiency, low cost and environmental friendliness. It can effectively remove heavy metal pollution from the environment by planting and harvesting super-enriched plants (Huang, Chen et al. 1997). For this purpose, we are more eager to find rice varieties that can repair Mn contaminated soil and improve soil productivity, and have the edible value while alleviating heavy metal pollution in the soil.

As a naturally occurring Se-enriched rice, Se-enriched rice is more capable of enriching Se than non-Se-enriched rice. The material selected for this experiment was compared with non-Se-enriched rice treated with Mn stress. In this study, pot experiment was conducted to set different Mn treatment levels to analyze whether there is interaction between Mn and Se, and how the effect of exogenous Mn on the growth of Se-enriched rice. The contents of Se and Mn in the different parts of rice under different Mn treatments were determined and the distribution of selenium and manganese in different parts of plant was further studied. After harvesting the grain, we learned the detailed Se and Mn content distribution in various parts of the grain, in order to find rice that has edible value and can alleviate heavy metal pollution in the soil.

2. Materials and methods

2.1 Test materials

Four genotypes used in this study were Se-enriched glutinous rice Z5097B (maintainer line) and Z5097A/R2035 (hybrid F₁), non-Se-enriched rice (G-725), and hybrid Se-enriched rice 2057A/R881 (hybrid F₁), released from the Rice Research Institute of Sichuan Agricultural University. The soil for trial was taken from the rice field of Sichuan Agricultural University, Wenjiang, Chengdu, China at coordinates (longitude 103.8253°East, latitude 30.70254°North and altitude 497meters) in 2016. Paddy soil was collected from five different spots in the same field and homogenized to make a blend to access the basic physiochemical properties of soil (Table 2-1).

Table 2-1. The basic physicochemical properties of test soil

Index	Contents (mg/kg Dry Soil)	Method
PH	5.95	PH meter (10g soil:25 mL deionized H ₂ O)
OM	28870	Potassium dichromate volumetric method(GB 9834-88)
Total N	187	Universal Extract-colorimetric method (NYT-1849-210)
Total P	1480	Universal Extract-colorimetric method(NYT-1849-210)
Total K	10300	Universal Extract-colorimetric method(NYT-1849-210)
Total Se	0.25	Fluorescence spectrophotometry

OM=Organic Matter, N=Nitrogen, K= Potassium, P=Phosphorus, Se=Selenium

2.2 Pot experimental design

Rice seeds were sterilized by 5% sodium hypochlorite solution for 5 min, soaked for 48 h, germinated for 24 h at 35 °C, and sown on a sand bed. When the seedlings grew to trefoil, the seedlings at the same growth state were selected and planted in 10L black plastic buckets, and 5 plants were planted in each pot. The single factor Mn (Mn²⁺) treatment was set up, and Mn concentrations (in terms of Mn²⁺) were 0 (CK), 0.5 (normal concentration), 25, 100 mg / L, respectively, and was provided in the form of MnSO₄. The aboveground samples of rice varieties and the final harvested kernels were used to determine Mn and Se concentration at tillering, booting, heading and milking stages of rice.

2.3 Analytical method

2.3.1 Pre-treatment of potted experimental materials

Stems and leaves were taken at tillering, booting, heading and milking stages of rice, respectively, to remove sludge impurities, and then rinsed with pure water. The stems were placed in a kraft paper bag and placed in an oven (F160, Zhong Xing Co., Ltd, Beijing, P. R. China) at 105 ° C for 30 minutes, then reduced to 75 ° C to a constant weight, and then fully pulverized to a powder state by a pulverizer (F160, Zhong Xing Co., Ltd, Beijing, P. R. China), and sealed in a 100 mesh sieve bag at -80 ° C ultra-low temperature refrigerator (MDF-U3386S, Panasonic Co., Ltd, Japan). The blade part was washed with pure water, added with liquid

nitrogen, crushed into fine powder with a mortar, and completely evaporated by liquid nitrogen, and sealed in a 100mesh sieve bag in a $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ ultra-low temperature refrigerator. The rice kernels were partially washed with pure water, and placed in an oven at $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ for 3 hours, and then the rice husks and brown rice were separated by a brown rice machine (JLG-II, Da Ji Co., Ltd, Hangzhou, P. R. China). Subsequently, we used tweezers and anatomic needles to peel off the outermost red seed coat and then peel off the embryos in the kernel. According to the method of Lamberts et al. (Lamberts, Bie et al. 2007) and Singh et al. (Singh, Singh et al. 2000), we used a rice mill to grind for 45 seconds to separate the aleurone layer and the endosperm. Then, all the materials were put into a pulverizer and ground into a powder. At this point, the rice kernels were sequentially ground by a brown rice machine to obtain powders of the seed coat, aleurone layer, polished rice and endosperm, which were respectively sealed in a 100mesh sieve bag at -80°C . Ultra-low temperature refrigerator to be tested.

2.3.2 Determination method of selenium and manganese content

Selenium content detection refers to the determination of selenium (Liang, Farooq et al. 2018) and the national standard food of the People's Republic of China (GB 5009.93-2010), and appropriate modifications are made according to the actual situation. Taking 0.1g of sample (accurate to 0.001g) in a 50ml Erlenmeyer flask and shaking it continuously to spread the powder on the bottom of the bottle. This will prevent incomplete digestion of acid agglomerates in the later stage of the material. Slowly adding 15 ml of mixed acid ($\text{HNO}_3:\text{HClO}_4 = 9:1$) along the bottle wall, and putting it into an ultrasonic cleaner (WD-9415B, LiuYi Co., Ltd, Beijing, P. R. China) $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 100Hz frequency small ultrasonic disruption for about 30min to dissolve fully. When the liquid was yellow and transparent, there was a yellowish gas in the bottle, only a few particles float on the liquid surface to stop, and placed in a fume hood to stand overnight. On the next day, the conical flask was placed on a $120\text{ }^{\circ}\text{C}$ hot plate (EH20A Plus, Labtech, USA) and the reddish-brown gas in the bottle gradually faded to pale yellow. The temperature rose to $140\text{ }^{\circ}\text{C}$ and continued to wait for the yellowish gas to concentrate on the bottle. At the mouth, the temperature was raised again to $160\text{ }^{\circ}\text{C}$, and the yellow gas of the bottle was almost exhausted, and the rising temperature was adjusted to $180\text{ }^{\circ}\text{C}$. When the solution was clear and transparent and white smoke was care-

fully observed, the liquid at the bottom of the bottle was less than 1ml to transfer the conical flask and let it cool at room temperature, then added 10ml concentrated hydrochloric acid (HCl:H₂O=1:1) and putted it on the hot plate to continue heating until the solution was colorless and transparent again. The white smoke in the bottle was simmered and left about 1ml. It was cooled to room temperature and rinsed with 5% hydrochloric acid. The solution was filtered with medium-sized quantitative filter paper and transferred to a 50ml volumetric flask. Finally, the se measurement was carried out by an atomic fluorescence spectrophotometer (RGF-6800, Bo Hui Co., Ltd, Beijing, P. R. China) and Mn measurement was carried out using an atomic absorption spectrophotometer (iCE3300, Thermo Fisher, USA).

2.4 Statistical analysis of data

The data of this test were collected and statistically analyzed by software SPSS 22.0 and Microsoft Office Excel2010. The significance test between the two groups was independent sample T test, and the multi-group significance test was analyzed by One-way ANOVA. When $P < 0.05$, the difference was statistically significant.

3. Results

3.1 Effects of manganese stress on selenium and manganese concentration at the different growth stages of rice

3.1.1 Tillering Stage

The non-Se enriched rice G-725 at tillering stage showed the lowest Se concentration of 0.110 mg/kg under the treatment of 25 mg/kg Mn, and the lowest Se concentration of 0.049 mg/kg appeared in the Mn treatment group of 100 mg/kg, G-725 varieties. The Se concentration in stems and leaves was significantly different. Among the three Se-enriched varieties, Z5097A/R2035 had a peak Se content of 0.668 mg/kg in leave at the 0.5 mg/kg Mn treatment group, and the peak of Se concentration was 0.562 mg/kg under the Mn treatment of 0.5 mg/kg. The significant analysis in the figure showed that Se concentration in stems and leaves of two Se-enriched glutinous rice varieties Z5097A/R2035 and Z5097B was significantly different, and was superior to the other two varieties in this growth period.

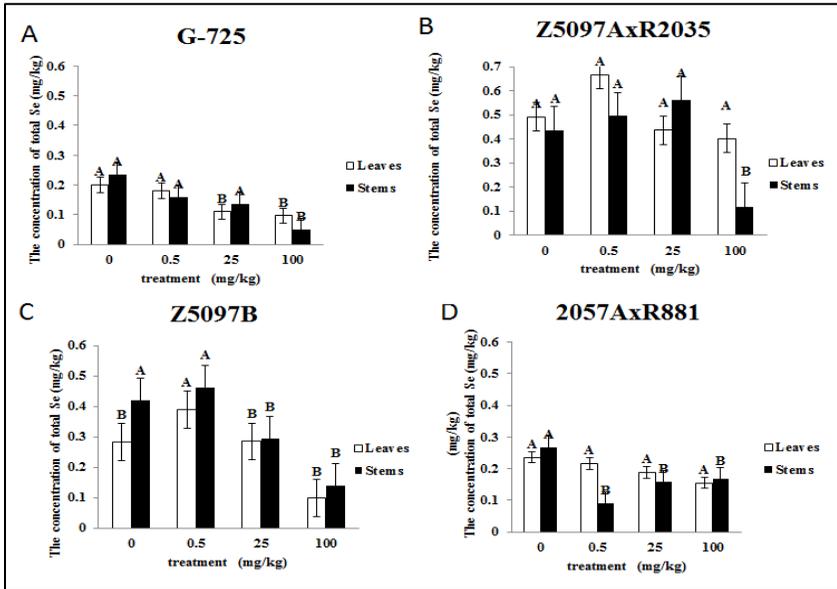


Figure.3-1 Selenium concentration in stems and leaves at tillering stage under the manganese treatments, (A) G-725, (B) Z5097A/R2035, (C) Z5097B (D) 2057A/R881 Note: The different Selenium concentration in leaves and stems was significant in different capitals ($P < 0.05$)

As shown in Figure 3-2, Mn concentration in stems and leaves of non-se-enriched rice(G-725) at tillering stage was much higher than that of the other three Se-enriched rice varieties, and it tends to decrease gradually with the increase of Mn concentration and its Mn concentration in stem was higher than that in leaves, except for the CK group, Mn concentration in leaves of G-72 increased by 1.71 times in the 0.5 mg/kg Mn treatment group compared with the CK group. Mn concentration in leaves of two Se-enriched varieties, 2057A/R881 and Z5097B, was higher than that in stem, especially Mn concentration in leaves of Z5097B was significantly different. Only 2057A/R881 showed the Mn concentration in leaves under the treatment of high Mn concentration. The Se-enriched glutinous rice, Z5097A/R2035 showed very low Mn concentration (0.0212 mg/kg in the CK group and 0.0253 mg/kg in the 0.5 mg/kg Mn group) and did not change greatly with the increase of Mn concentration, and the difference was not significant.

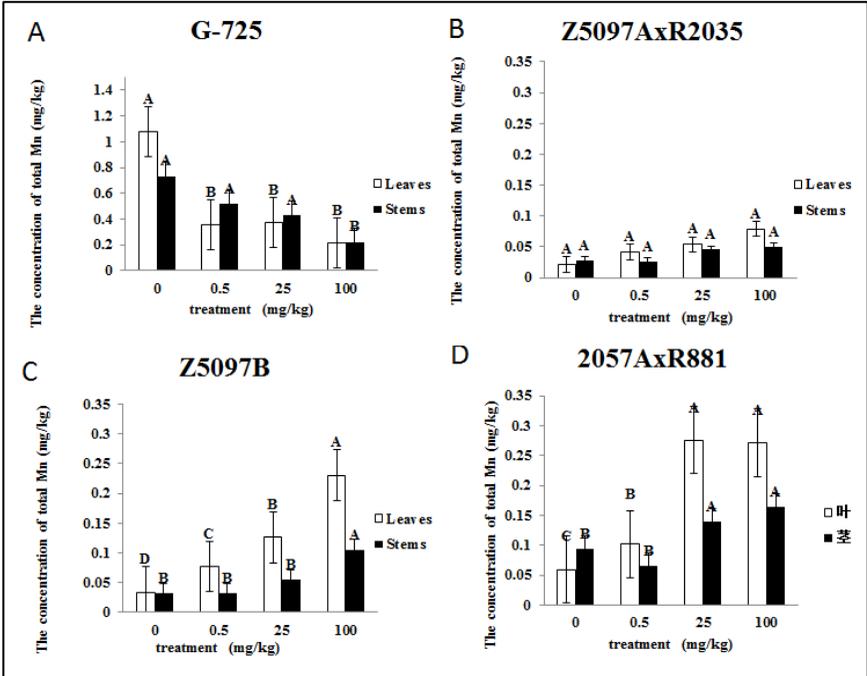


Figure 3-2. Manganese concentration in stems and leaves at tillering stage under manganese treatments

(A) G-725, (B) Z5097A/R2035, (C) Z5097B, (D) 2057A/R881

Note: The different manganese concentration in leaves and stems was significant in different capitals ($P < 0.05$)

3.1.2 Booting stage

At the booting stage, Se concentration in leaves was higher than that in stem as shown in figure 3-3. Only G-725 in the 100 mg/kg Mn treatment group showed 0.0115 mg/kg of stems and 0.0119 mg/kg of leaves. The difference in stem and leaf concentration of each group of G-725 was not significant. Se concentration in stems and leaves of Z5097A/R2035 and 2057A/R881 was lower than that of Z5097B. The Se concentration in stems of CK group of Z5097A/R2035 was 0.024 mg/kg, which was significantly different from that of the other three groups, Se concentration in leaves was 0.5 mg/kg. Manganese treatment group increased to a small amount of 0.032 mg/kg compared with CK, and then decreased by 37.34% in the 25 mg/kg Mn treatment group, and 22.34% to

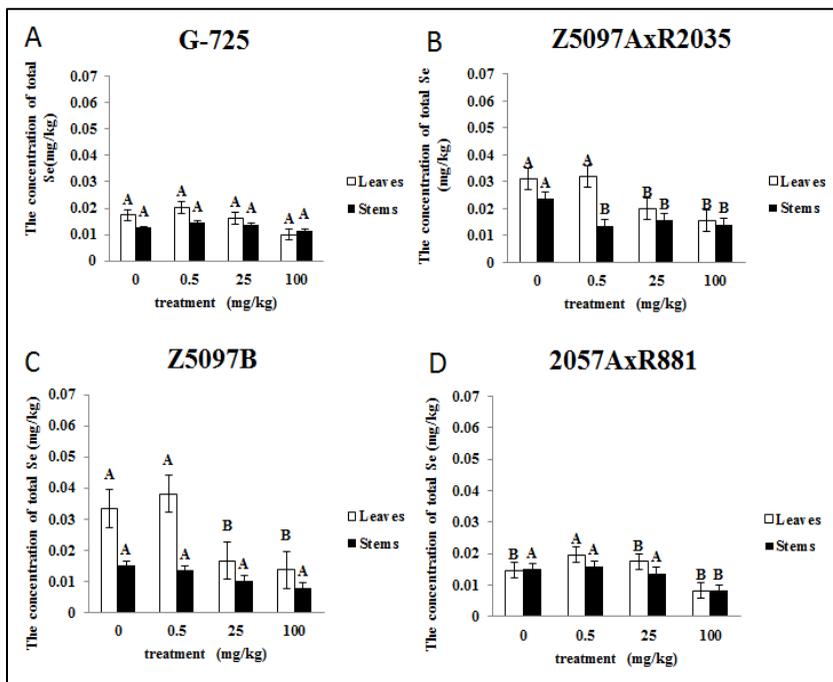


Figure 3-3 Selenium concentration in stems and leaves at the booting stage under manganese treatments

(A)G-725, (B) Z5097A/R2035, (C) Z5097B, (D) 2057A/R881

Note: The different Selenium concentration in leaves and stems was significant in different capitals ($P < 0.05$)

0.0155 mg/kg in the 100 mg/kg Mn treatment group. 2057A/R881 showed significant differences only in the leaves of the 0.5 mg/kg Mn treatment group and the 100 mg/kg Mn treatment group. Z5097B had the most significant difference in Se concentration in the leaves among the three Se-enriched rice varieties. The CK group, 0.5mg/kg Mn treatment group and 25mg/kg, 100 mg/kg Mn treatment group showed extremely significant Se concentration in leaves. In contrast, there was little difference of Se concentration in stems of Z5097B. 2057A/R881 showed significant difference in Se concentration in leaves and stems only between 0.5 mg/kg and 100 mg/kg Mn treatment groups.

As shown in Figure 3-4, the concentration of Mn at the whole booting stage was higher than that in the stem, indicating that in this period,

Mn was mostly concentrated in rice leaves. Among them, Mn concentration in leaves part was 100mg/kg Mn treatment group from high to low: G-725 (0.089 mg/kg) > Z5097B (0.073 mg/kg) > 2057A/R881 (0.065 mg/kg) > Z5097A/R2035 (0.054 mg/kg). In Figure 3-4 (A) and (C), the change trend of concentration in leaf was similar, and the lowest value appeared in the 0.5mg/kg Mn treatment group, and then gradually increased. Compared with 2057A/R881 in Figure3-4 (D), the 0.5 mg/kg Mn treatment group showed 0.0394 mg/kg, which was the highest Se concentration of leaves at the same concentration treatment group. Compared with G-725 in Figure 3-4 (A), the Se enriched rice had unobvious Mn concentration in stem at booting stage, and Mn in stem of

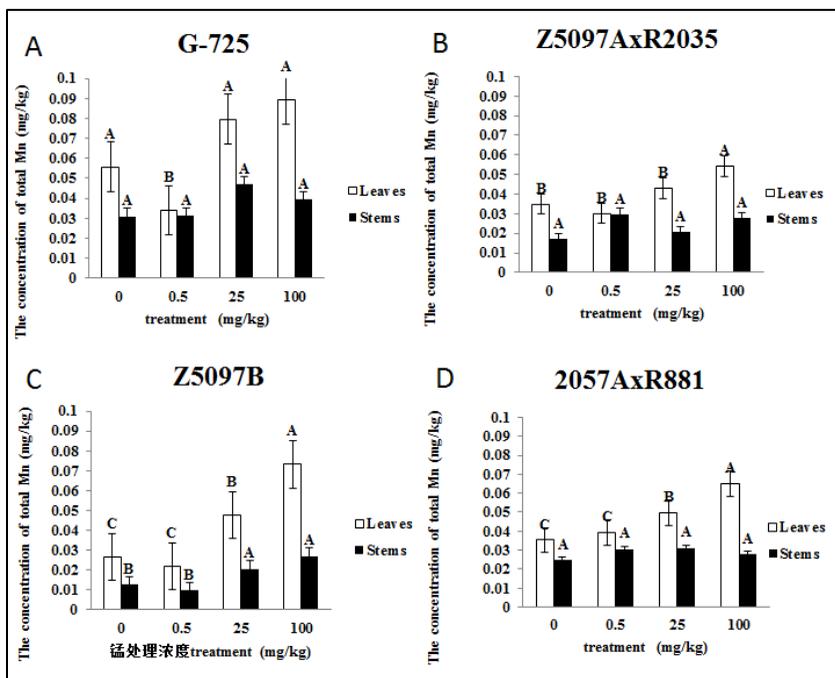


Figure 3-4. Manganese concentration in stems and leaves at the booting stage under manganese treatments

(A) G-725, (B) Z5097A/R2035, (C) Z5097B, (D) 2057A/R88

Note: The different manganese concentration in leaves and stems was significant in different capitals ($P < 0.05$)

the Se-enriched rice was significantly lower than that in the ordinary non-Se-enriched rice (G725). Among them, Se-enriched glutinous rice performed the best. Z5079B decreased by 21.77% compared with CK group under the treatment of 0.5 mg/kg Mn, while Z5079A treated with 25 mg/kg Mn compared with 0.5 mg/kg Mn treated stem. The Mn concentration decreased by 30.35%. There was no significant change in the Mn concentration in stem of 2057A/R881 shown in Figure 3-4 (D).

3.1.3 Heading period

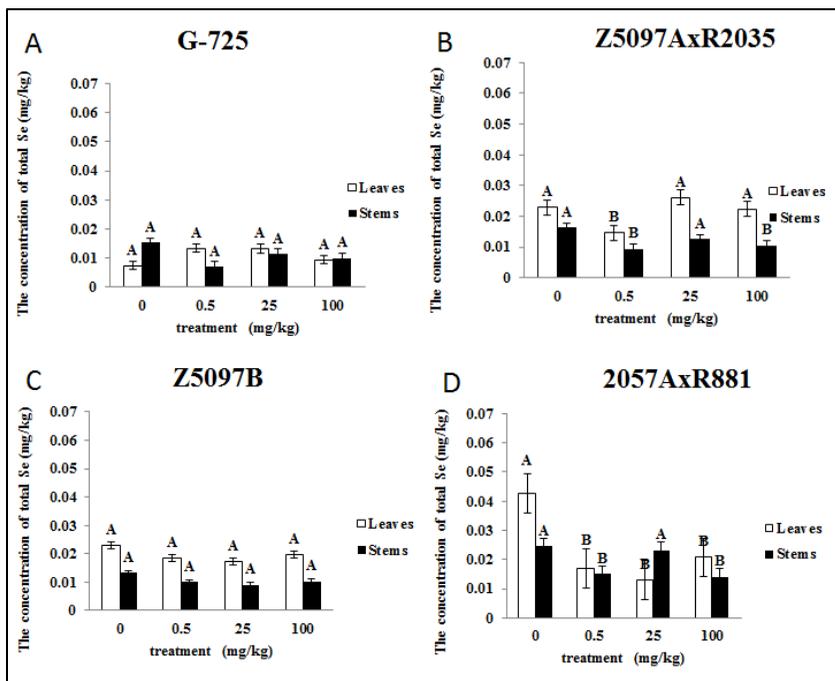


Figure 3-5. Selenium concentration in stems and leaves at heading stage of rice under the manganese treatment

(A) G-725, (B) Z5097A/R2035, (C) Z5097B, (D) 2057A/R881

Note: The different selenium concentration in leaves and stems was significant in different capitals ($P < 0.05$)

As shown in Figure 3-5 (A), the Se content in stems and leaves of non-Se-enriched rice (G-725) at heading stage is low. Compared with the performance of G-725 at booting stage, Se concentration in leaves at heading stage was 0.0074 mg/kg, which was 57.23% lower than booting

stage (0.0173 mg/kg) under CK treatment, and the other three concentrations decreased by 18.81%, 2.89%, and 6%, respectively. It was speculated that the Se concentration in leaves of non Se-enriched rice decreased under Mn stress. As shown in Figure 3-5 (B) and (C), both Se-enriched glutinous rice genotypes showed higher Se concentration in leaves than stems. In Figure 3-5 (D), 2057A/R881 showed a sudden increase in Se concentration in stem of the 25 mg/kg Mn treatment group, the peak Se concentration in the four groups of materials at heading stage under CK treatment was 0.043 mg/kg, compared with the other three groups. The Se content in the leaves of the Mn treatment group was significantly different. At the same time, it can be observed that the Se concentration in stems of the Se-enriched glutinous rice in the two groups is not significant. Only the Se content in the stem of 2057A/R881 in Figure 3-5 (D) fluctuated significantly.

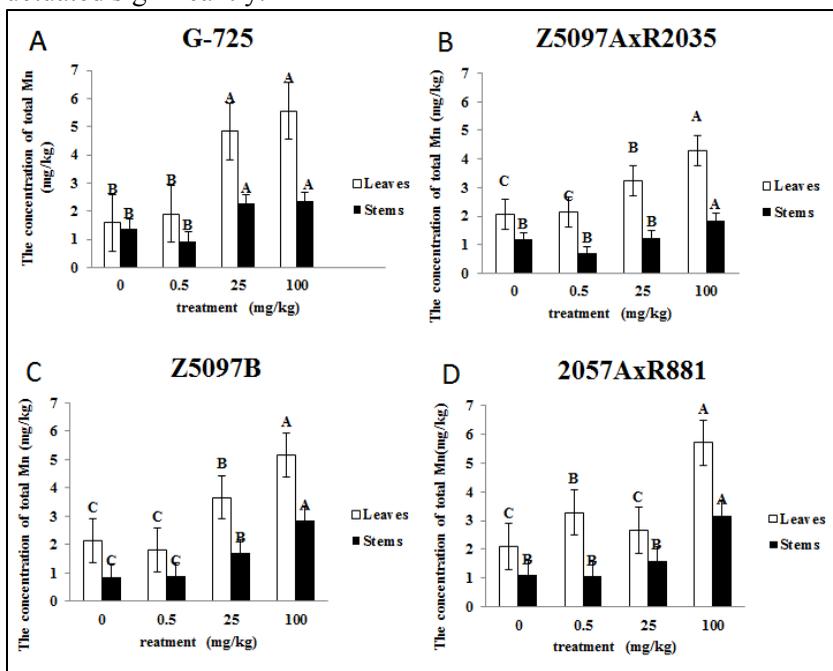


Figure 3-6. Manganese concentration in stems and leaves at heading stage of rice under manganese treatments

(A) G-725, (B) Z5097A/R2035, (C) Z5097B, (D) 2057A/R881

Note: The different manganese concentration in leaves and stems was significant in different capitals ($P < 0.05$)

The heading date indicate that the rice enters the reproductive growth stage (flowering result) from the stage of vegetative growth (root, stem, leaf, etc.), and can be regarded as a progressive stage of vegetative growth and reproductive growth, which is the plant in all growth stages. It has the fastest growth and development, and has a high demand for nutrition, water, temperature and light, so it plays a decisive role in rice yield.

From the overall distribution of Mn concentration in heading stage in Figure 4-2, it can be found that Mn concentration in leaves of all experimental groups is higher than that in stem. In Figure A, Mn concentration in leaves at 25 and 100 mg/kg treatment groups was much higher than that of other Se-enriched rice under the same treatments, and it was significantly different from the 725 CK and 0.5 mg/kg Mn treatment group. In the Figure 3-6 (B) and (C), Mn concentration in stem and leaves of Z5097B in two kinds of Se-enriched glutinous at 25 and 100 mg/kg Mn treatment groups was higher than that of Z5097A/R2035, Mn concentration in leaves at 25 mg/kg Mn treatment group, Z5097B was 1.36 times of Z5097A/R2035, Mn concentration in stem was 1.373 times of Z5097A/R2035; Mn concentration in leaves at 100 mg/kg Mn treatment group, Z5097B was 1.201 times of Z5097A/R2035, and Mn content in the stem was 1.543 times of Z5097A/R2035. At 0.5mg/kg Mn treatment group, Mn concentration in leaves increased by 56.24% and then the concentration decreased by 18.75% to 2.667 mg/kg. Finally, the maximum Mn concentration in leaves of Se-enriched rice was 5.7094 mg/kg at 100 mg/Mn treatment group. In Figure 3-6 (D), the change trend of the concentration in the leaves of 2057A/R881 was different from that in Figure 3-6 (B) and (C). In the 0.5 mg/kg Mn treatment group, the maximum Mn concentration in leaves of Se-enriched rice material was 5.7094 mg/kg.

3.1.4 Milk maturity

The milk ripening period was close to the end of the rice growth period, and the Se concentration in stems and leaves also decreased to varying degrees. As shown in Figure 3-7 (A), G-725 shows a very low level of Se, even at 25 and 100 mg/kg Mn treatment group, Se was almost zero. Compared with other three groups of Se-enriched rice, Mn toxicity was very obvious to the non Se-enriched rice. In Figure 3-7 (B), Z5097A/R2035 was the most obvious group of Se content in Se-enriched rice. The Se concentration in leaves of Z5097A/R2035 treated with 100 mg/kg was 3.034 times and 4.099 times higher than that of Z5097B and 2057A/R881, respectively. In Figure C and D, there was no significant difference in Se concentration of stem and leaves of Z5097B and 2057A/R881 without significant difference.

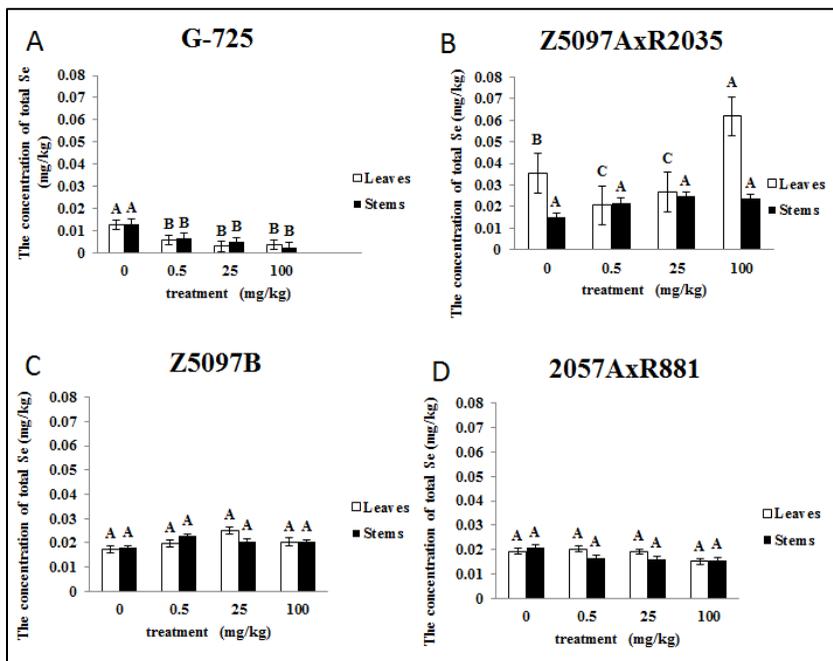


Figure 3-7 Selenium concentration in stems and leaves at milk stage of rice under manganese treatments

(A)G-725, (B) Z5097A/R2035, (C) Z5097B, (D) 2057A/R881

Note: The different selenium concentration in leaves and stems was significant in different capitals ($P < 0.05$)

As shown in Figure 3-8, Mn concentration in leaf of the four experimental materials at milk ripening period increased significantly compared with heading period. The Mn concentration in leaves of G725 (non Se-enriched rice), increased gradually with the increase of Mn treatment gradient, showing a positive correlation. The Mn concentration in leaf of 2057A/R881 in the three groups of Se-enriched rice reached a peak of 10.205 mg/kg at 100 mg/kg Mn treatment group, followed by 9.692 mg/kg of Z5097B at 100 mg/kg Mn treatment group in Figure 3-8 (B). Among the Se-enriched rice varieties, Z5097A/R2035 in Figure 3-8 (B) showed relatively stable performance, and Mn concentration in stems and leaves was lower than that of other experimental materials, and the change was not large. An excess of Mn toxicity did not cause excessive effects on this variety.

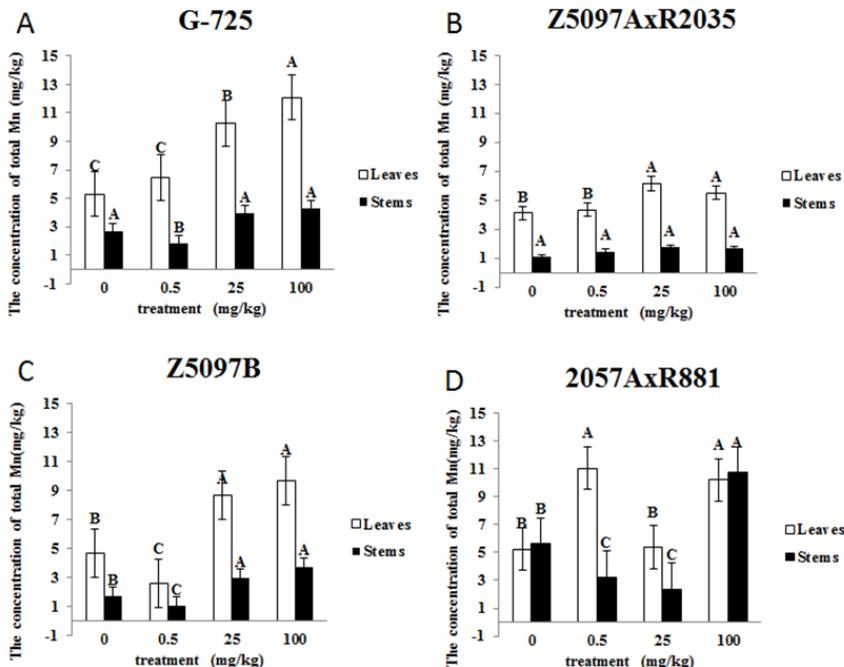


Figure 3-8 Manganese concentration in the stems and leaves at milk stage of rice under manganese treatments

(A) G-725, (B) Z5097A/R2035, (C) Z5097B, (D) 2057A/R881

Note: different manganese concentration in leaves and stems was significant in different capitals ($P < 0.05$)

3.2 Effect of Manganese Treatments on Selenium Contents in Rice Grains

The results of Figure 3-9 show that Se concentration in rice grains was mostly found in the rice bran. Under CK treatment, Se concentration in polished rice accounted for 19.2%, 24.2%, and 20.7% of total Se concentration, respectively; Under 0.5 mg/kg Mn treatment, Se concentration in polished rice accounted for 14.9%, 15.3%, and 17.0% of total Se concentration, respectively; Under 25 mg/kg Mn treatment, Se concentration of polished rice accounted for 8.7%, 16.9%, and 16.4% of total Se concentration, respectively; Under 100 mg/kg Mn treatment, the Se concentration in polished rice accounted for 20.1%, 11.3%, and 13.1% of total Se concentration, respectively..

The Se concentration of refined Se-enriched rice was 19.2%, 24.2%, 20.7%, respectively. The treatments were 14.9%, 15.3%, and 17.0%, respectively; Mn (25) treatment was 8.7%, 16.9%, and 16.4%, respectively; Mn (100) treatment was 20.1%, 11.3%, and 13.1%, respectively. Se concentration in polished rice under CK treatment was 0.72, 0.52 and 0.48 times higher than that of G-725 non glutinous-Se-enriched rice, respectively, and Se concentration in endosperm was 1.01, 1.02 and 0.95 times of G-725, respectively. After three levels of Mn treatment, Se concentration in polished rice and endosperm in Se-enriched rice was still 1-2 times higher than that of non Se-enriched rice.

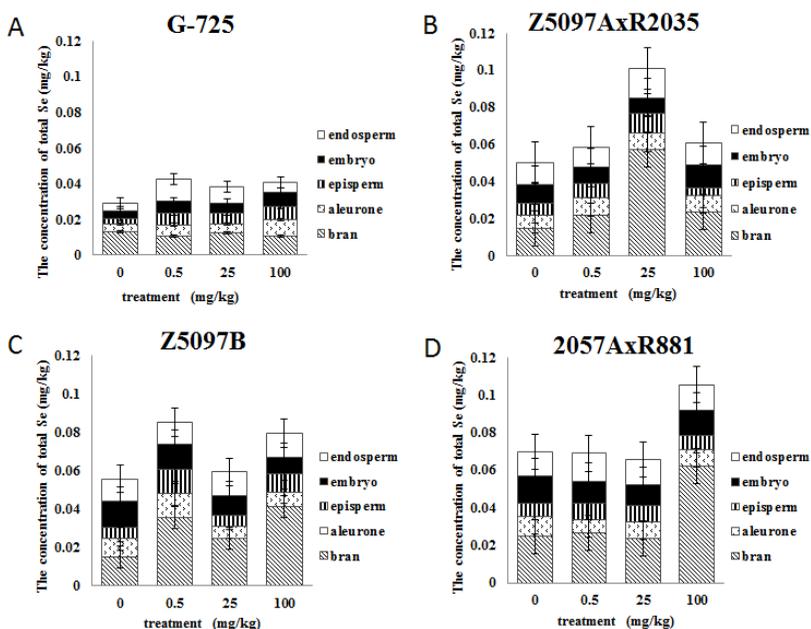


Figure 3-9 Selenium concentration in rice bran, valeurone, episperm, embryo and endosperm under Manganese treatments; (A)G-725, (B) Z5097A/R2035, (C) Z5097B; (D) 2057A/R881 Note: different manganese concentration in leaves and stems was significant in different capitals ($P < 0.05$)

3.3 Effect of Manganese Treatments on Manganese Contents in Rice Grains

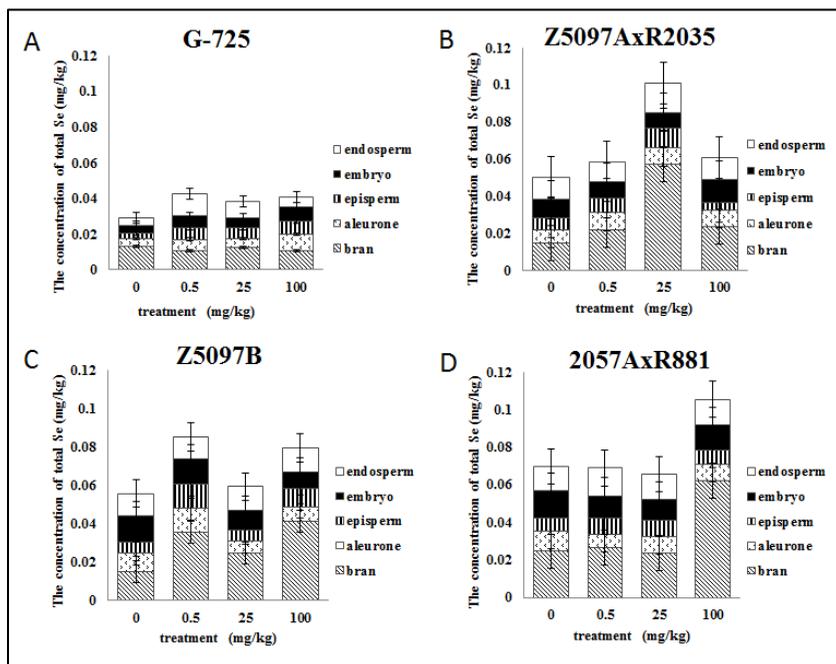


Figure 3-10 Manganese concentration in the rice bran, aleurone, epispERM, embryo and endosperm under manganese treatment; (A)G-725 ; (B) Z5097A/R2035; (C) Z5097B; (D) 2057A/R881

Note: different manganese concentration in leaves and stems was significant in different capitals ($P < 0.05$)

Figure 3-10 shows that under the various treatments, the total Mn content of non-Se-enriched rice (G-72) was higher than that of Se-enriched rice, and the total Mn concentration under CK treatment was 1.87, 1.80, 1.63 times of other materials. The total Mn concentration under Mn (0.5) treatment was 1.69, 1.47, 1.54 times of other materials. The total Mn concentration under Mn (25) treatment was 1.41, 1.43, 1.16 times of other materials. The total Mn concentration under Mn (100) treatment was 1.29, 1.31, 1.09 times of other materials. The Mn concentration of rice bran was kept between 45% and 52% of the total Mn con-

centration in grain, indicating that Mn element was mainly enriched in the rice with the increase of Mn concentration. The Mn concentration in the endosperm accounted to 13%, 21%, 24%, 26% respectively, while remained 6%-7 in polished rice. The Mn concentration in rice bran in Se-enriched rice was between 52% and 60%, which was higher than that of non Se-enriched rice. The edible part of rice was refined rice and endosperm. The Mn concentration in Se-enriched rice was extremely low. The Mn concentration in polished rice as shown in Figure 3-10 (B), (C) and (D) for the total Mn content of the grain as follows, and Mn (0.5) treatment was 4.2%, 4.6%, and 1.4%; Mn (25) treatment was 1.9%, 3.6%, 0.9%; Mn (100) treatment was 1.4%, 1.3%, 0.6%. At the same time, the total Mn content in endosperm of the Figure 3-10 (B), (C) and (D) was as follows: Mn (0.5) treatment was 26.0%, 18.9%, 6.5%, respectively; Mn (25) treatment was 11.5%, 15.9%, 5.2%; Mn (100) treatment was 9.9%, 6.9%, 4.8%, respectively. It can be seen that with the increase of Mn concentration treatment, the proportion of Mn in polished rice and endosperm of Se-enriched rice was gradually reduced.

4. Discussion

Manganese is a necessary micronutrient element in plants, which plays a special role in plant life activities, such as photosynthesis, respiration and nitrogen metabolism. It can not be replaced by other elements. However, excessive or lack of such elements will lead to reduced plant chlorophyll synthesis, blocked photosynthesis, accumulation of reactive oxygen species and impaired hormone balance in the body (Yi, Feng et al. 2004, Yan, Liu et al. 2010). Therefore, Mn plays a vital role in the growth and development of plants. In recent decades, due to the mining and smelting of Mn mine in China, the content of Mn in the surrounding soil of the mining area has seriously exceeded the standard, which affects the growth and development of farmland crops. The consumption of vegetables and foods with excessive Mn will seriously threaten the health of the human body (ZHANG, LIU et al. 2004, Lai, Li et al. 2006). It has been reported that some selenium (Se) content in soils with higher Mn content is also higher.

Although Se is not considered to be a necessary nutrient element for plants, many studies have shown that it can improve the antioxidant stress ability of plants (Seppänen, Turakainen et al. , Xue, Hartikainen et al. 2001). Selenium can alleviate the toxic effect of some heavy met-

als(Frost and Lish 1975). Studies have shown that supplementation of selenium and zinc can significantly increase the selenium and zinc concentration in plants, and at the same time antagonize the accumulation of Pb and Cd in plants(He, Lv et al. 2004, Ying, Norton et al. 2014, Farooq, Tang et al. 2019). (Thangavel, Sulthana et al. 2000) reported that Se at low concentration could alleviate the toxic effect of Hg on *Portulaca oleracea* Linn. Feng et al(Feng, Tu et al. 2009) reported that Se also had some antagonistic effects on the absorption and accumulation of As in *Pteris vittata* L. However, the interaction of selenium and manganese in plants has received little attention to date. In this study, soil pot experiment was conducted to study the effects of different concentrations of Mn on the absorption and accumulation of Mn and Se in the Se-enriched rice at maturity, in order to provide a scientific basis for the prevention and control of Mn pollution in China, improving grain yield and quality, and ensuring human health.

The pot experiment also concluded that there were differences in the Se-enriched levels of different varieties of rice (Zhang, X. L., et al 2011). The Se levels in different parts of the organs were also different. The order of Se content in the different organs of rice was root>leaf>stem ((Du, Q. J., et al. 2009), Se-rich red hybrids have stronger Se absorption capacity and stronger Se transport ability than non-Se-enriched rice(Zhou, X. B., et al. 2007).This may be related to the content and transport efficiency of Se transporters of different varieties. The concentration of Mn in the leave of the four varieties was higher than that in the stems, indicating that most of the Mn at the early growth stage of rice was concentrated in the leaves. Most of the Mn was concentrated in the leaves and the Mn decreased at the late growth stage. Compared with ordinary non-Se-enriched rice 725, the three Se-enriched varieties showed low absorption of Mn to varying degrees. Under Mn stress, the low uptake of manganese by Se may be(Alma Hortensia, Kazimierz et al. 2007, Feng, Tu et al. 2009): ① Se and Mn compete for metabolic active sites in cells; ② Scaveng oxygen free radicals in plants; ③ Directly inhibit the absorption of Mn by plants; ④Restore the integrity of the cell membrane. The results showed that selenium-rich rice could affect the absorption, transport and enrichment of Mn in rice. Many researchers have also reported the effects of Se on the absorption and accumulation of Mn, Fe, P and K in plants. Wu Xiufeng et al (WU and CHEN 2004) studied by solution culture

method and found that Se treatment can increase the P content in rice seedling leaves. Low concentration of Se significantly increased Mn content in rice leaves, while high concentration of Se significantly decreased Mn content in rice seedling leaves.

Many studies showed that the distribution characteristics of trace elements in rice grains were Rice bran > chaff > brown rice > polished rice. The results showed that the selenium content of polished rice in Se-enriched rice varieties treated with CK was 0.72, 0.52 and 0.48 times higher than that in 725 non-Se-rich rice, respectively. and the selenium content in endosperm was 1.01, 1.02 and 0.95 times of 725, respectively. After three levels of Mn treatment, the selenium content in polished rice and endosperm in Se-enriched rice was still 1-2 times higher than that of non-selenium-enriched rice. Selenium-enriched and non-Se-enriched rice varieties had different trends in the distribution of Se in various organs of rice. It was speculated that selenium in Se-enriched rice tends to migrate to the upper part of the lobe, and grains are more likely to be enriched in selenium. The accumulation and transfer of Se to the reproductive organs is inhibited, resulting in low levels of Se in the rice grains (Zhou, X. B., et al. 2007). At the same time, comparing the Mn content in the grain, it was found that the total Mn content of the non-Se-enriched rice 725 was higher than that of the Se-enriched rice under various treatments, and the total Se content under CK treatment was 1.87, 1.80, 1.63 times of other materials. The manganese content in rice bran in the selenium-enriched rice varieties was between 52% and 60%, which was higher than that of non-Se-enriched rice. The edible part of rice was refined rice and endosperm. The content of manganese in the Se-enriched rice was extremely low, and the proportion of Mn in the refined rice and endosperm in the Se-enriched rice decreased with the increase of Mn treatment concentration. In general, the Se-enriched rice has stronger ability of Se enrichment and higher resistance to high Mn than non-Se enriched rice. Zeng et al(Yawen, Hongliang et al. 2009) found that the differences in P, K, Mg and Mn contents in brown rice were mainly controlled by genetic factors, while the contents of Ca, Fe, Zn and Cu were jointly controlled by genetic and environmental factors. The edible part of rice is polished rice and endosperm. The content of manganese in the Se-enriched rice is extremely low, and the proportion of manganese in the polished rice and endosperm in the Se-enriched rice decreases with the increase of manganese treat-

ment concentration. The results showed that most of Mn was enriched in rice husk of Se-rich rice, rather than in polished rice. Considering the nutritional quality of rice, the micronutrient nutrition of brown rice is higher than that of polished rice, but the current eating habits are mainly based on edible fine rice, which indicates that selenium-enriched rice can be used as both natural antioxidants and healthy foods. Se-enriched rice can also effectively improve the current situation of manganese pollution in farmland soils, and it is an excellent rice variety that is beneficial to production and has market potential.

This experiment provides a scientific basis for understanding the bioavailability and control function of manganese in soil-plant system. Secondly, this experiment studies the bioaccumulation characteristics of selenium and manganese in plants, which has certain theoretical and practical significance not only for regulating the balance of selenium nutrition in ecological environment and human body, but also for further study on the nutritional and physiological functions of selenium in plants.

5. Conclusion

Selenium-enriched rice has a certain anti-reverse effect on manganese stress

The stress resistance of selenium-enriched rice is much better than that of ordinary rice, and selenium-rich, low-manganese, and edible fine rice can be obtained in manganese-contaminated soil. Selenium-enriched rice can enrich a large amount of manganese and can improve land pollution.

6. Acknowledgments

This work was supported by Sichuan Science and Technology Program(2019YFH0126, 20GJHZ0147, 20GJHZ0133, 20QYCX0002).

References

Akbulut, M. and S. Cakir (2010). "The effects of Se phytotoxicity on the antioxidant systems of leaf tissues in barley (*Hordeum vulgare* L.) seedlings." Plant Physiology & Biochemistry Ppb **48**(2): 160-166.

Alma Hortensia, S. M. O., et al. (2007). "The protective effect of selenium inorganic forms against cadmium and silver toxicity in mycelia of *Pleurotus ostreatus*." Mycological Research **111**(5): 626-632.

Bolan, N. S., et al. (2003). "Soil acidification and liming interactions with nutrient and heavy metal transformation and bioavailability." Advances in agronomy **78**(21): 5-272.

Boojar, M. M. A., et al. (2008). "Comparative evaluation of oxidative stress status and manganese availability in plants growing on manganese mine." 71(3): 692-699.

Djanaguiraman, M., et al. (2010). "Selenium protects sorghum leaves from oxidative damage under high temperature stress by enhancing antioxidant defense system." Plant Physiology & Biochemistry Ppb 48(12): 999-1007.

Faiz, A., et al. (2015). "Micronutrients, antioxidant activity, and tocchromanol contents of selected pigmented upland rice genotypes." International Journal of Agriculture & Biology 17(4): 741-747.

Fang, Z., et al. (2000). "Mechanisms of difference in Mn efficiency between wheat and oilseed rape." Pedosphere 10(3): 213-220.

Farooq, M. U., et al. (2019). "Accumulation, mobilization, and transformation of selenium in rice grain provided with foliar sodium selenite." Journal of the Science of Food and Agriculture.

Feng, R. W., Chaoyang, et al. (2009). "Interactive effects of selenium and arsenic on their uptake by *Pteris vittata* L. under hydroponic conditions." Environmental & Experimental Botany 65(2): 363-368.

Freeman, J. L., et al. (2010). "Molecular mechanisms of selenium tolerance and hyperaccumulation in *Stanleya pinnata*." Plant Physiology 153(4): 1630-1652.

Frost, D. V. and P. M. Lish (1975). "Selenium in biology." Annual Review of Pharmacology 15(15): 259.

González, A. and J. P. J. F. P. B. Lynch (1999). "Subcellular and tissue Mn compartmentation in bean leaves under Mn toxicity stress." 26(8): 811-822.

Goufo, P. and H. Trindade (2014). "Rice antioxidants: phenolic acids, flavonoids, anthocyanins, proanthocyanidins, tocopherols, tocotrienols, γ - oryzanol, and phytic acid." Food Science & Nutrition 2(2): 75-104.

Hawrylak-Nowak, B., et al. (2010). "Selenium Modifies the Effect of Short-Term Chilling Stress on Cucumber Plants." Biological Trace Element Research 138(1-3): 307.

He, P. P., et al. (2004). "Effects of Se and Zn supplementation on the antagonism against Pb and Cd in vegetables." Environment International 30(2): 167-172.

Heber, D., et al. (1999). "Cholesterol-lowering effects of a proprietary Chinese red-yeast-rice dietary supplement." American Journal of Clinical Nutrition 69(2): 231-236.

Huang, J. W., et al. (1997). "Phytoremediation of lead-contaminated soils: role of synthetic chelates in lead phytoextraction." Environmental Science & Technology 31(3): 800-805.

Jing, Z., Dong, et al. (2012). "Selenium increases chlorogenic acid, chlorophyll and carotenoids of *Lycium chinense* leaves." J Sci Food Agric 93(2): 310-315.

Kong, L., et al. (2005). "Selenium modulates the activities of antioxidant enzymes, osmotic homeostasis and promotes the growth of sorrel seedlings under salt stress." Plant Growth Regulation 45(2): 155-163.

Lai, Y., et al. (2006). "Heavy metal concentrations in soils and main agronomic crops in restored Bayi manganese mine, Guangxi Miner." Miner Resour Geol **20**(6): 651-655.

Lamberts, L., et al. (2007). "Effect of milling on colour and nutritional properties of rice." Food Chemistry **99**(4): 1496-1503.

Li, X., et al. (2017). "Antioxidant activity of blueberry anthocyanin extracts and their protective effects against acrylamide-induced toxicity in HepG2 cells." International Journal of Food Science & Technology **53**(1): 147-155.

Liang, Y., et al. (2018). "Breeding of selenium rich red glutinous rice, protein extraction and analysis of the distribution of selenium in grain." Int J Agric Biol **20**: 1005-1011.

Malik, J. A., et al. (2012). "Selenium antagonises the toxic effects of arsenic on mungbean (*Phaseolus aureus* Roxb.) plants by restricting its uptake and enhancing the antioxidative and detoxification mechanisms." Environmental & Experimental Botany **77**(2): 242-248.

Mansour, T. E., et al. (2017). "Dietary supplementation of organic selenium improves growth, survival, antioxidant and immune status of meagre, *Argyrosomus regius*, juveniles." Fish & Shellfish Immunology **68**: 516-524.

Mi, Y. K., et al. (2012). "Hypolipidemic and antioxidative effects of rice bran and phytic acid in high fat-fed mice." Food Science & Biotechnology **21**(1): 123-128.

Mostofa, M. G., et al. (2017). "Phenotypical, physiological and biochemical analyses provide insight into selenium-induced phytotoxicity in rice plants." Chemosphere **178**: 212-223.

Mu, Z., et al. (2014). "Selenium uptake, dynamic changes in selenium content and its influence on photosynthesis and chlorophyll fluorescence in rice (*Oryza sativa* L.)." Environmental & Experimental Botany **107**: 39-45.

Nádaská, G., et al. (2010). "Environmental aspect of manganese chemistry." **100702**: 1-16.

Nam, S. H., et al. (2006). "Antioxidative activities of bran extracts from twenty one pigmented rice cultivars." Food Chemistry **94**(4): 613-620.

Ošťádalová, I., et al. (2010). "Lipofuscin-like pigments in the rat heart during early postnatal development: effect of selenium supplementation." Physiological Research **59**(6): 881.

Percival, G. C. and G. A. Fraser (2001). "MEASUREMENT OF THE SALINITY AND FREEZING TOLERANCE OF CRAT AEG US GENOTYPES USING CHLOROPHYLL." Journal of Arboriculture **27**(5).

Petrie, S. and T. Jackson (1984). "Effects of Fertilization on Soil Solution pH and Manganese Concentration 1." Soil Science Society of America Journal **48**(2): 315-318.

Seppänen, M., et al. "Selenium effects on oxidative stress in potato." Plant Science **165**(2): 0-319.

Singh, N., et al. (2000). "Relationship between the degree of milling, ash distribution pattern and conductivity in brown rice." Food Chemistry **69**(2): 147-151.

Tananuwong, K. and W. Tewaruth (2010). "Extraction and application of antioxidants from black glutinous rice." LWT - Food Science and Technology **43**(3): 476-481.

Thangavel, P., et al. (2000). "Interactive Effects of Selenium and Mercury on the Restoration Potential of Leaves of the Medicinal Plant, *Portulaca oleracea* Linn." Science of the Total Environment **243-244**: 1-8.

Xue, T., et al. (2001). "Antioxidative and growth-promoting effect of selenium on senescing lettuce." Plant & Soil **237**(1): 55-61.

Yan, W., et al. (2010). "Effects of manganese availability on acquisition and distribution of manganese, iron and phosphorus in soyabean." Plant Physiology Communications **46**(9): 923-927.

Yawen, Z., et al. (2009). "Genotypic variation in element concentrations in brown rice from Yunnan landraces in China." Environmental Geochemistry & Health **32**(3): 165-177.

Yi, Z., et al. (2004). "Study progress on iron in soil and iron stress of plants." **16**.

Ying, H., et al. (2014). "Effect of selenium fertilization on the accumulation of cadmium and lead in rice plants." Plant & Soil **384**(1-2): 131-140.

ZHANG, H.-z., et al. (2004). "A survey of heavy-metal content in plants growing on the soil polluted by Manganese mine tailings [J]." Chinese Journal of Ecology **1**: 111-113.

Zhang, H., et al. (2012). "Selenium in soil inhibits mercury uptake and translocation in rice (*Oryza sativa* L.)." Environmental Science & Technology **46**(18): 10040-10046.

Zhu, Y. G., et al. (2009). "Selenium in higher plants: understanding mechanisms for biofortification and phytoremediation." Trends in Plant Science **14**(8): 436-442.

Du, Q. J., et al. (2009). "Mechanism of selenium uptake and distribution in different selenium-enriched soils in Hainan." Chinese soil and fertilizer **2009**(6): 37-40.

Zhang, X. L., et al (2011). "Study on selenium-enriching ability of different rice varieties." Horticulture and seedlings (3): 111-113.

Zhou, X. B., et al. (2007). "Differences and mechanisms of selenium uptake and distribution between selenium-enriched and non-selenium-enriched rice varieties ①." **39**(5): 731-736.

DOI: 10.33775/conf-2021-40-60

UDC 633.1

A BLAST RESISTANCE GENE *Pi65* WITH LRR-RLK DOMAIN IS REQUIRED FOR RESISTANCE TO *M. ORYZAE*

*Lili Wang*¹, *Zuobin Ma*², *Houxiang Kang*³, *Shuang Gu*¹, *Zhanna Mukhina*⁴, *Changhua Wang*², *Hui Wang*⁵, *Yuanjun Bai*², *Guomin Sui*⁵, *Di-anrong Ma*¹ & *Wenjing Zheng*²

1. Rice Research Institute of Shenyang Agricultural University/Key Laboratory of Northern Japonica Rice Genetics and Breeding, Ministry of Education and Liaoning Province/Key Laboratory of Northeast Rice Biology and Genetics and Breeding, Ministry of Agriculture, Shenyang 110866, China

2. Rice Research Institute of Liaoning Province, Liaoning Academy of Agricultural Sciences, Shenyang 110101, China

3. Institute of Plant Protection, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 110193, China

4. Innovation and R& D coordination of FSBSI ARRI, Krasnodar 350921, Russia

5. Liaoning Academy of Agricultural Sciences, Shenyang 110161, China

Abstract

Rice blast seriously threatens rice production worldwide. To control this disease, it is necessary to identify and utilize blast resistance genes to breed disease-resistant rice varieties. Here, we report a rice blast resistance gene, *Pi65*, isolated from the resistant variety GangYu129 (abbreviated GY129, *O. sativa japonica*) by map-based cloning. *Pi65* overexpression in the susceptible variety LiaoXing1 (abbreviated LX1, *O. sativa japonica*) enhanced blast resistance, while *Pi65* knockout in GY129 resulted in a decrease in its resistance to rice blast. *Pi65* encodes two transmembrane regions, with 15 LRR domains and one serine/threonine protein kinase catalytic domain, conferring resistance to isolates of *M. oryzae* collected from northeast China. Sixteen amino acids differed between the resistance and susceptibility proteins. The *Pi65* susceptibility allele had one fewer LRR duplication. *Pi65* was constitutively expressed in whole plants, and *M. oryzae* inoculation significantly increased its expression level. Transcriptome sequencing revealed that numerous genes associated with disease resistance

were specifically upregulated in GY129 24 h after *M. oryzae* inoculation, and photosynthesis-and carbohydrate metabolism-related genes were particularly downregulated, demonstrating disease resistance gene activation in GY129 mediated by *Pi65* after rice blast fungal infection, cellular basal and energy metabolism was inhibited simultaneously. These combined factors endow GY129 with rice blast resistance. Our study provides genetic resources for improving rice blast resistance in *japonica* rice and enriches the study of rice blast resistance mechanisms.

Key words: Disease resistance, Gene cloning, *Japonica* rice, *M. oryzae*

DOI: 10.33775/conf-2021-40-60

УДК 633.1

**ГЕН УСТОЙЧИВОСТИ К ПИРИКУЛЯРИОЗУ *Pi65* С
ДОМЕНОМ LRR-RLK НЕОБХОДИМЫЙ ДЛЯ
УСТОЙЧИВОСТИ К *M. ORYZAE*.**

*Лили Ван*¹, *Цзуобинь Ма*², *Хоусян Кан*³, *Шуанг Гу*¹, *Жанна Мухина*⁴,
*Чанхуа Ван*², *Хуэй Ван*⁵, *Юаньцзюнь Бай*², *Гоминь Суй*⁵, *Дяньжун Ма*¹
*и Вэньцзин Чжэн*²

1. Научно-исследовательский институт риса Шэньянского сельскохозяйственного университета / Ключевая лаборатория генетики и селекции риса подвида японика, Министерство образования и науки провинции Ляонин / Ключевая лаборатория биологии, генетики и селекции риса, Министерство сельского хозяйства, Шэньян 110866, Китай

2. Научно-исследовательский институт риса провинции Ляонин, Ляонинская академия сельскохозяйственных наук, Шэньян 110101, Китай

3. Институт защиты растений Китайской академии сельскохозяйственных наук, Пекин 110193, Китай

4. Координация инноваций и НИР ФГБНУ ФНЦ риса, 350921, Краснодар, Россия.

5. Ляонинская академия сельскохозяйственных наук, Шэньян 110161, Китай

Резюме

Пирикулярриоз является серьезной угрозой производству риса во всем мире. Для контроля этого заболевания, необходимо идентифицировать и использовать гены устойчивости к болезням для селекции сортов риса устойчивых к пирикулярриозу. В данной статье говорится о гене устойчивости риса к пирикулярриозу *Pi65*, выделенному из устойчивого сорта GangYu129 (сокращенно GY129, *O. sativa japonica*) путем клонирования на основе картирования. Сверхэкспрессия *Pi65* у восприимчивого сорта риса LiaoXing1 (сокращенно LX1, *O. sativa japonica*) усиливала его устойчивость к пирикулярриозу, в то время как удаление *Pi65* у GY129 приводило к снижению устойчивости. *Pi65* кодирует две трансмембранные области с 15 доменами LRR и одним каталитическим доменом серин/треониновой протеинкиназы, придающими устойчивость к изолятам *M. oryzae*, собранным в северо-восточных регионах Китая. Шестнадцать аминокислот различались у белков устойчивости и восприимчивости. Аллель восприимчивости *Pi65* имела на одну дубликацию LRR меньше. *Pi65* конститутивно экспрессировался в растениях, а инокуляция *M. oryzae* значительно повышала уровень его экспрессии. Секвенирование транскриптома показало, что многочисленные гены, связанные с устойчивостью к болезням, специфически активировались в GY129 через 24 часа после инокуляции *M. oryzae*, а гены, связанные с фотосинтезом и метаболизмом углеводов, подавлялись, демонстрируя активацию гена устойчивости к заболеванию, опосредованную *Pi65* после заражения грибом. Заболевание, клеточный базальный и энергетический метаболизм подавлялись одновременно. Эти комбинированные факторы придают GY129 устойчивость к пирикулярриозу. Наше исследование предоставляет информацию о генетических ресурсах для повышения устойчивости к пирикулярриозу у риса подвида японика, и изучению механизмов устойчивости риса к заболеваниям.

Ключевые слова: Устойчивость к заболеваниям, клонирование генов, рис подвида японика, *M. Oryzae*

Introduction

Rice blast, caused by *M. oryzae*, is a devastating fungal disease in rice worldwide. The annual rice yield loss due to blast damage can be as high as 10~30% (Skamnioti and Gurr 2009). China is the largest producer of *japonica* rice in the world. The annual planting area of *japonica* rice has reached more than 10 million ha in northern China. The demand for *japonica* rice relative to *indica* rice is increasing each year (Bian et al. 2020). However, rice blast has been a serious threat to *japonica* rice production in northern China for many years. It is widely accepted that breeding and cultivating disease-resistant varieties are the most economic and efficient ways to control rice blast disease. Therefore, it is very important to continue to exploit blast resistance genes. In recent years, scientists have identified several new genes that mediate strong rice blast resistance without affecting rice yield and quality, such as *Pigm*, *Ptr* and *bsrd1* (Li et al. 2017; Zhao et al. 2018; Zhai et al. 2019), and have developed many broad-spectrum resistant varieties; however, most of these genes are derived from *indica* rice, which makes it difficult to use them for the improvement of *japonica* rice resistance in the short term. There has been a lag in rice blast resistance breeding in northern China due to a lack of *japonica* resistance gene resources. It is important to identify new blast resistance genes from *japonica* rice and to develop resistant germplasm resources in the *japonica* background.

The innate immune system of plants mainly includes two levels of defense. In the first level, when the fungus infects plants, the PAMP (Pathogen-associated molecule pattern) will stimulate the PTI (PAMP triggered immunity) of plants, the pattern recognition receptor on the surface of plant cells specifically recognizes PAMP of pathogenic microorganisms, and pathogenic bacteria or fungi inhibit PTI through effectors; in the second level, the protein encoded by resistance (R) genes in plant cells further recognizes effectors and activates of ETI (Effector triggered immunity) (Liu et al. 2013). The effects of PTI-related resistance genes mediating rice blast resistance are usually moderate and are not species specific (or nonpathogen specific); however, ETI-related resistance genes are usually specific and only recognize certain strains but can mediate a strong resistance response via plant R genes, most of which encode cyto-

plasmic proteins with nucleotide-binding site-leucine-rich repeat (NLR) domains (Liu et al. 2013).

In 2017, the rice blast resistance gene *Pi65(t)* was finely mapped in the *japonica* rice variety GY129, which is resistant to most *M. oryzae* isolates found in northern China (Zheng et al. 2016). The gene was located on chromosome 11, close to the *Pik* gene cluster and was identified as a new gene differing from other cloned genes. However, its structure and function remain unknown. Here, we show that *Pi65* encodes a leucine rich-repeat receptor-like kinase (LRR-RLK), and we identify 16 SNPs that cause missense mutations between resistance and susceptibility alleles. The resistance function of *Pi65* is further confirmed by showing that the targeted mutation of *Pi65* in GY129 using CRISPR/Cas9 leads to blast susceptibility and that a mutation causing *Pi65* overexpression in LX1 leads to blast resistance. The spatiotemporal expression of *Pi65* and molecular mechanism of disease resistance mediated by the gene were further studied by RT-PCR and RNA sequencing. This study provides genetic resources for the molecular breeding of rice blast resistance in *japonica* rice in particular.

Materials and methods

Plant materials and disease evaluation

The *japonica* rice variety GY129 is resistant to most *M. oryzae* isolates from Liaoning Province in China, whereas LX1 is susceptible to them (Zheng et al. 2016). In this experiment, the *M. oryzae* isolate QY-13 (ZA1) was used to evaluate disease reactions in the GY129/LX1 BC₁F₂ population.

The germinated rice plants were sown in black plastic containers (10 × 7.0 × 8.5 cm³) with a locally disinfected seedling substrate. The black plastic boxes containing the seedlings were then placed in a blue box one-third full of water (34.5 × 47 × 15 cm³). The seedlings were grown in the greenhouse at 24 to 30 °C with an 8 h dark and 16 h light cycle until the V3 to V4 stages, when they were spray-inoculated with spore suspensions (5 × 10⁵ spores/mL) with an airbrush and placed in a blue box with water. Then, the inoculated plants were covered with black plastic sheeting in darkness for 24 h at 25 to 28 °C under 100% relative humidity. After culture in the dark, the sunshade net was removed, and the inoculated seedlings were cultured at 25~28 °C for another 5 days. The punch inoculation of detached rice leaves was performed as follows: 5 μL drops of a spore suspension were placed on three spots on each leaf with a transferpettor,

and the leaves were kept in a culture dish containing 0.1% 6-benzylaminopurine (6-BA) in sterile water to provide moisture (Li et al. 2017).

Targeted mutagenesis of Pi65 in GY129 with the CRISPR/Cas9 system

Two potential candidate genes from GY129 were targeted with sgRNA spacers in the anterior segments of their exons. The highly specific sgRNA sequence (Table S1) was designed using CRISPR Design (<http://crispr.mit.edu/>), and PCR was used to anneal sgRNA at 94 °C for 5 min and 25 °C for 5 min. The CRISPR/Cas9 vector Pcas9 (ZmUbi, OsU6, Hpt) plasmid (Table S2) was linearized by using BsaI (NEB) and connected to the sgRNA with T4 ligase (TIANGEN, NG201). The resulting binary vectors were introduced via electroporation into the *Agrobacterium tumefaciens* strain EHA105. The transformation events were selected based on hygromycin B resistance, and regenerated plants were analyzed for genome editing-induced mutations in the target gene. Chromosomal deletions were detected by PCR with primers located on both sides of each targeted gene.

Pi65 overexpression mutagenesis in LX1

The full-length cDNA of Os11g0694600 was amplified with Primer 1 (Table S1) and cloned into the T vector (pe-Blunt Simple Cloning Vector) to produce T-*Pi65*, which was then recombined with a pCambia1301-UbiN vector to generate the overexpression construct pCambia1301-UbiN-Os*Pi65* (abbreviated as *Pi65*-OE) (Table S2). Regenerated transgenic plants carrying *Pi65*-OE were selected with hygromycin.

Subcellular localization of Pi65 in rice protoplasts

To generate transgenic protoplasts expressing GFP-*Pi65*, the coding region was amplified using the *Pi65* (GFP) primer and cloned into the HBT-sGFP vector under the control of the CaMV 35S promoter (Tables S1 and S2). The protoplasts were extracted from 10-14-day etiolated rice seedlings and then transformed with 10-20 µg of plasmids according to the procedure described in Xiao et al. (2018). The organelle and GFP signals were detected with a Leica microscope (DM4000 B, Germany) using different excitation wavelengths.

RNA isolation and quantitative RT-PCR

Total RNA was extracted from various rice tissues using TRIzol. First-strand cDNA was synthesized using the PrimeScript™ RT reagent Kit with gDNA Eraser (Takara, RR047A) with an Oligo (dt) 18 primer ac-

according to the manufacturer's protocol. qRT-PCR amplification was performed using TB Green™ Premix Ex Taq™ II (Takara, RR820A) and a Roche LightCycler 480 System (CT, USA) following the manufacturer's instructions. qRT-PCR amplification was performed with three biological replications, and the amplified rice Actin1 gene was used as the internal control for gene expression (Table S1). The specific qRT-PCR primers for the *Pi65* gene are listed in Table S2.

***Pi65* candidate gene screening and haplotype sequence analysis**

We sequenced the candidate genes Os11g0694500, Os11g0694600, Os11g0694850 and Os11g0695000 and analyzed the sequence polymorphisms of the candidate genes to determine the target gene (Table S1). To investigate the distribution of *Pi65* haplotypes in northern *japonica* rice, we tested rice varieties from different areas of northern China (Tables S3 and S4). Primers were used to amplify DNA sequences of candidate genes in different rice varieties using PrimeSTAR® HS (Takara, R040Q); after gel purification, DNA samples were sequenced at Tsingke Biological Technology. The DNA sequences were assembled using DNASTAR. Lasergene.v7.1\SETUP\Editseq software and aligned with DNASTAR. Lasergene.v7.1\SETUP\SeqMan.

Structural and comparative analysis of Pi65

The in silico structural and functional prediction of high-quality assembled sequences was performed at the following sites. Functional annotation was performed after translating the sequence into one of three reading frames. The Simple Modular Architecture Research Tool (<https://smart.embl-heidelberg.de/>) was used for the domain architecture analysis of GY129 and LX1, and tertiary structures were predicted using SWISS-MODEL (<https://swissmodel.expasy.org/>).

Sequence alignments of *Pi65* with other cloned rice blast resistance genes were performed by constructing phylogenetic trees based on sequence similarity. The DNA coding sequences of 24 cloned disease resistance genes, *Pb1*, *Pi1*, *Pi2*, *Pi5-1*, *Pi5-2*, *Pi9*, *pi21*, *Pi35*, *Pi36*, *Pi37*, *Pi54*, *Pi54of*, *Pi54rh*, *Pi63*, *Pib*, *Pia*, *Pid2*, *Pid3*, *Pigm*, *Pikh*, *Pikm-1*, *Pikm-2*, *Pikp-1*, *Pikp-2*, *Piks-1*, *Piks-2*, *Pita* and *Ptr*, were retrieved from the NCBI database (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/>). Clustal X was used to carry out multisequence alignments, and the output multisequence alignment results were used to construct phylogenetic trees with MEGA X software.

Transcriptome sequencing of wild-type GY129 and its Pi65 knockout mutants

To study the biological process mediated by *Pi65*, gene expression before and after *Pi65* knockout was compared. Total RNA was extracted from young seedlings of GY129 and the *Pi65* knockout mutant KO-B 6 (abbreviated *Pi65*KO) with three biological replications using TRIzol reagent according to the manufacturer's instructions. cDNA library preparation and sequencing reactions were conducted at the Biomarker Technology Company (Beijing, China). RNA-sequencing (RNA-Seq) analysis was performed following (Zheng et al. 2013). Gene expression levels were measured in the RNA-Seq analyses as the numbers of reads normalized via the reads per kilobase of transcript per million mapped reads (RPKM) method. edgeR software was used to identify differentially expressed genes (DEGs) in pairwise comparisons, and the results of all statistical tests were corrected for multiple tests according to the Benjamini-Hochberg false discovery rate (FDR <0.05). Sequences were considered to be significantly differentially expressed if the adjusted P-value obtained was <0.05 and the fold change (FC, in \log_2 FC) in RPKM was >1.5 between two libraries.

Results

Molecular cloning and functional analysis of Pi65

In our previous work, *Pi65(t)* was mapped between InDel-1 and SNP-4 on the short arm of chromosome 11 (Zheng et al. 2016); within this interval, Os11g0694500, Os11g0694600, Os11g0694850 and Os11g0695000 were found to contain LRR domains. For Os11g0694500 and Os11g0695000, no sequence difference was observed between the parents. Moreover, these two putative genes showed no difference in expression in GY129 and LX1 and could thus be excluded as candidates for *Pi65*. In contrast, the other two candidate genes, Os11g0694600 and Os11g0694850, showed sequence polymorphisms between the two parents. Therefore, Os11g0694600-R and Os11g0694850-R were subjected to further functional analysis.

Using a CRISPR/Cas9 gene mutation strategy, we designed two gene-specific sgRNAs to target Os11g0694600-R and Os11g0694850-R (Figs. 1a and S1a). Agrobacterium-mediated transformation was used to generate 12 and 4 T₀ transgenic lines with the knockout of Os11g0694600-R or Os11g0694850-R, respectively. Six editing types of

Os11g0694600-R (KO-B 1-6) (Fig. 1b) and two editing types of Os11g0694850-R (KO-C 1-2) were obtained (Fig. S1). Homozygous mutants for these two genes in generation T₁ were selected for inoculation identification.

Then, we performed rice blast inoculation, and the results showed that in the GY129 background, when Os11g0694850-R was knocked out, the mutants were still resistant to the *M. oryzae* isolate of QY-13 (Fig. 1b). However, when Os11g0694600-R was knocked out, the mutants became susceptible to QY-13. A comparison of the lesion areas of GY129 and *Pi65*KO after inoculation showed that the lesion area of GY129 was significantly smaller than that of *Pi65*KO (Fig. 1b). To further determine the function of Os11g0694600-R, we generated an *Os11g0694600-R* overexpression vector and transformed it into the susceptible rice variety LX1 and transgenic lines were obtained. The rice blast inoculation results indicated that the transgenic lines were all resistant to QY-13 (Fig. 1c). The above results suggested that *Os11g0694600-R* was the rice blast resistance gene *Pi65*.

Sequence structure of Pi65

The full-length cDNA of *Pi65* had a single ORF of 3309 bp, containing 2 introns with lengths of 2923 bp and 386 bp, encoding 1102 amino acids. The deduced protein of *Pi65* had 15 LRR domains and one serine/threonine protein kinase domain (Fig. 2a and b). The structural annotation results showed that the *Pi65* R allele (*Os11g0694600-R* in GY129) had one more LRR domain than the *Pi65* S allele (*Os11g0694600-S* in LX1) at sites 543-569. This LRR domain difference was due to the non-synonymous changes caused by the 16 SNPs between *Os11g0694600-R* and *Os11g0694600-S* (Fig. 2b). To further detect the potential structural differences between *Os11g0694600-R* and *Os11g0694600-S*, we performed protein structure prediction, and the results revealed that clear structural variation in the 420-580 aa region between the S-allele and R-allele of the *Pi65* gene (Fig. 2c), implying that the R-allele in this region is essential for the rice blast resistance function of the gene.

Intracellular localization of the Pi65 protein

To investigate the intracellular localization of *Pi65*, we introduced a green fluorescent protein (GFP) construct fused to the coding sequence of *Pi65* into rice yellow tissue protoplast cells and examined its intracellular localization using confocal laser scanning microscopy. The GFP-*Pi65*

fusion protein was also localized to the nucleus and the plasma membrane (Fig. 3 a-d and e-h). When GFP was expressed alone, it localized to the nucleus and the plasma membrane (Fig. 3 i-l and m-p). In the subcellular localization analysis, the Pi65 proteins colocalized with a nucleus-specific marker and membrane-specific marker.

Comparative analysis of Pi65 and Pi genes

A phylogenetic tree based on sequence similarity was constructed to analyze the structural relationship between *Pi65* and other cloned rice R genes. The comparative analysis of *Pi65* with 24 rice blast resistance genes revealed that *Pi65* appeared to be most closely related to *Pid2*, indicating high homology (orthologous nature) and a close evolutionary relationship (Fig. S1b). *Pi65* was not closely related to other Pi genes, suggesting little or no evolutionary correlation between them.

Distribution of the Pi65 gene in different rice varieties

A previous study indicated that temperate *japonica* is the most rice blast disease-susceptible rice subpopulation (Wang et al. 2017). The analysis of *Pi65* alleles and their distribution will help breeders make better use of this rice blast resistance gene. We collected 38 *japonica* rice varieties from 7 regions of China, including Beijing, Xinjiang, Ningxia, Henan, Heilongjiang, Jilin and Liaoning (Fig. S2, Table S3). Through sequence analysis, we identified three haplotypes of *Pi65*, Hap1 (GY129, etc.), Hap2 (LX1, etc.) and Hap3 (JingDao2, abbreviated JD2, etc., *O. sativa japonica*) (Table S4). Hap1 and Hap3 were functional haplotypes (resistant) according to the spray inoculation results. Hap1 was present in 16 varieties that came from Liaoning, Heilongjiang, Henan and Ningxia. Compared with Hap1, Hap3 had a G/A SNP at position 3300, leading to a missense mutation. In addition, 16 SNPs led to missense mutation differences between Hap2 and Hap1, and most rice cultivars carrying Hap2 were susceptible to QY-13, indicating that the SNPs in Hap2 abolished the rice blast resistance function of *Pi65*.

Spatiotemporal expression profile and constitutive expression of Pi65

To investigate *Pi65* expression patterns, we detected the expression of *Pi65* in the GY129 seedling stage (root, leaf and stem) and booting stage (leaf, rachilla, panicle, stem and sheath). The strongest expression was found at the booting stage (16 weeks) in leaves, and there was relatively weak expression at the seedling stage (4 weeks) in roots, young

leaves and young sheaths, indicating that *Pi65* is constitutively expressed at different developmental stages and in different organs examined (Fig. 4a). Furthermore, to determine whether the expression of *Pi65* in GY129 could be induced in response to challenge by *M. oryzae*, we inoculated at the three and half-leaf stage-seedlings (4 weeks) of GY129 (resistant variety) and LX1 (susceptible variety) with QY-13 and performed quantitative (q)RT-PCR at six time points (0, 12, 24, 48, 72 and 96 hpi) (Fig. 4b). Relative to the control, *Pi65* expression in GY129 first decreased slightly after inoculation and then increased gradually, reaching a peak at 72 h after inoculation, while in LX1, *Pi65* first decreased and then increased significantly at 48 h after inoculation, after which it decreased again and finally reached a peak at 96 h after inoculation. *Pi65* expression in GY129 was mostly higher than that in LX1 before and after inoculation; however, *Pi65* expression was slightly lower in GY129 than in LX1 only at 48 h after inoculation. It can be concluded that *Pi65* is constitutively expressed and that its expression in disease-resistant varieties is mostly higher than in susceptible varieties both before and after inoculation, with the only difference in this pattern occurring 48 h after inoculation.

Analysis of the rice blast resistance mechanism based on transcriptome sequencing regulated by Pi65

To further investigate the regulatory mechanism mediated by *Pi65*, transcriptome sequencing was performed on samples from GY129 and *Pi65*KO mutant plants before and 24 h after inoculation with *M. oryzae*. Genes whose expression levels were increased or decreased by 0.5-fold or more after *M. oryzae* inoculation compared with mock inoculation were identified as DEGs (Fig. 5a). Only those DEGs found in three independent biological replicates were selected for further analyses. A total of 7852 DEGs (2869 upregulated genes and 4983 genes) and 7316 DEGs (2645 upregulated genes and 4671 downregulated genes) were detected in GY129 and the *Pi65*KO mutant, respectively. Among all DEGs, 1617 upregulated DEGs and 3431 downregulated DEGs were shared between WT GY129 and the *Pi65*KO mutant. In addition, 1234 genes and 1525 genes were specifically upregulated and downregulated, respectively, in GY129.

Kyoto Encyclopedia of Genes and Genomes (KEGG) analysis revealed that the pathways that were most highly enriched in common DEGs in GY129 and *Pi65*KO were associated with metabolic pathways,

biosynthesis of secondary metabolites, fatty acid metabolites, phenylpropanoid biosynthesis and ascorbate and aldarate metabolism (Fig. 5b). Gene Ontology (GO) analysis showed that these DEGs were mainly enriched in the categories of “single-organism process” (GO:0044699), “response to stimulus” (GO:0050896), “response to chemical” (GO:0042221), “response to oxygen-containing compound” (GO:1901700) and “biological regulation” (GO:0065007) (Fig. 5c). The results indicated that both GY129 and *Pi65*KO mutant rice presented resistance responses after inoculation with *M. oryzae*.

The analysis of the top 20 GO entries showed that the DEGs that were specifically upregulated in GY129 were mainly involved in the “defense response”, “response to biotic stimulus”, “regulation of response to stress”, “response to other organism”, and “response to external biotic stimulus” (Fig. 6a). Genes related to disease defense accounted for the majority of the DEGs, indicating that many genes related to disease defense were activated in GY129 (with *Pi65*) relative to *Pi65*KO after infection by *M. oryzae*.

The specifically downregulated DEGs in GY129 were mainly involved in “chloroplast”, “photosynthesis” and “single-organism biosynthetic process” pathways, and most of these pathways were associated with amino acid metabolism (three pathways), energy metabolism (one pathway), carbohydrate metabolism (four pathways) and transport and catabolism (two pathways) (Fig. 6b). These results indicated that, relative to *Pi65*KO, GY129 specifically presented decreases in photosynthesis, carbohydrate metabolism and amino acid metabolism after infection by *M. oryzae*, which may be closely related to plant resistance to pathogens.

Discussion

In previous work, *Pi65* was finely mapped to the interval between SNP-2 and SNP-8 located in the region from 30.42 to 30.85 Mb on chromosome 11. In this study, we cloned *Pi65* and verified its function by gene knockout and overexpression. Based on gene structure prediction, we found that *Pi65* was different from most NBS-LRR blast resistance genes in that it contained a typical kinase domain encoding a leucine-rich receptor protein kinase, and its genetic distance from *Pid2* was shown to be relatively short in the rice blast resistance gene cluster analysis. Protein kinases are enzymes with catalytic subunits that transfer the primary (terminal) phosphoric acid of nucleoside triphosphate (usually ATP) to one

or more amino acid residues in the protein substrate side chain, resulting in conformational changes that affect protein function (Hanks et al. 1988). The variable amino acids in the motif of LRR determine the specificity of its binding with the interacting protein (Kobe and Eisenhofer 1995). In the tertiary structure, the LRR domain forms an α/β helix, which is located on the surface of the spatial structure of the protein and is involved in the interaction between proteins. This mechanism of action is the basis of the cellular molecular recognition process (Shiu and Bleecker 2001). In this study, we found that *Pi65*-Hap1 (in GY129) has one more LRR domain than *Pi65*-Hap2 (in LX1) from amino acids 543-569, resulting in different tertiary structures of the proteins encoded by the resistance and susceptibility alleles, which may be related to the specific recognition of *M. oryzae*.

To further clarify the molecular mechanism of *Pi65*-mediated blast resistance, we performed transcriptome sequencing to investigate gene expression profiles during the compatible and incompatible interactions of GY129 and the *Pi65*KO mutant with *M. oryzae* isolates. A total of 5093 DEGs were common to the two lines. Among these DEGs, 1617 involved in the biosynthesis of secondary metabolites, fatty acid metabolites and phenylpropanoid biosynthesis were upregulated in both GY129 and the *Pi65*KO mutant after inoculation. The results showed that *M. oryzae* infection influences many of the same physiological processes in GY129 and the *Pi65*KO mutant.

In addition to the shared DEGs, we found significant differences between GY129 and the *Pi65*KO mutant in response to rice blast pathogen infection in genes such as those involved in photosynthesis, carbohydrate metabolism and energy production. Several earlier studies have shown that the allocation of resources toward a defense response occurs at the expense of plant fitness (growth and yield), suggesting that defense-related products are autotoxic or that resistance is energetically costly (Bolton 2009). Reducing the photosynthetic rate to allocate resources to defense against pathogens at the expense of photosynthesis has been suggested to be an effective defense mechanism in early infection stages (Hanssen et al. 2011). Comparative phosphoproteomic analysis revealed that a number of photosynthesis-related phosphoproteins were downregulated in both compatible and incompatible interactions between rice and *M. oryzae* (Li et al. 2015). Similarly, Hanssen et al. (2011) showed that a

number of photosynthesis-related genes were downregulated in tomato plants infected with Pepino mosaic virus during early stages of infection. However, in the present study, 100 DEGs associated with plant cell-based metabolism were specifically identified in GY129; these genes were associated with plant cell-based metabolism, including carbohydrate metabolism, lipid metabolism, amino acid metabolism, biosynthesis of other secondary metabolites, energy metabolism, nucleotide metabolism, metabolism of cofactors and vitamins and metabolism of terpenoids and polyketides. In contrast, these DEGs were not found in *Pi65*KO mutant plants, so we suspect that *Pi65* plays an important role in reducing photosynthesis and cellular energy metabolism, which may be important for starving the pathogen and thus limiting its reproduction and expansion.

Additionally, 1234 DEGs that were specifically upregulated in GY129 exhibited enrichment in several GO terms associated with disease defense, such as “defense response” (GO:0006952), “response to stimulus” (GO:0050896), “response to biotic stimulus” (GO:0009607) and “response to stress” (GO:0006950), including 24 disease resistance proteins, 8 E3 ubiquitin-protein ligases, 6 G-type lectin S-receptor-like serine/threonine-protein kinases, 9 L-type lectin-domain containing receptor kinases, 5 mitogen-activated protein kinases, 10 pentatricopeptide repeat-containing proteins, 17 probable LRR receptor-like serine/threonine-protein kinases, 5 probable protein phosphatase 2C proteins, 5 probable serine/threonine-protein kinases, 5 probable WRKY transcription factors, 21 putative disease resistance proteins, 12 receptor kinase-like proteins, 2 serine/threonine-protein phosphatases, and 21 wall-associated receptor kinases. Furthermore, some of these DEGs that were specifically upregulated in GY129 were downregulated in the *Pi65*KO mutant, such as callose synthase (LOC_Os01g34880), Bowman-Birk serine protease inhibitor (LOC_Os01g03330) and stress-response A/B barrel domain-containing protein (LOC_Os07g41810) genes.

In summary, the rice blast resistance gene *Pi65* was identified from *japonica* rice variety GY129, and its disease resistance function was confirmed. *Pi65* encodes a leucine-rich receptor-like protein kinase. The susceptibility allele of *Pi65* has one fewer LRR domain, and the tertiary structure of the encoded protein is significantly different, which may be the key factor whereby *Pi65* confers resistance to rice blast. Transcriptome sequencing results showed that 24 h after rice blast fungus inocula-

tion, a large number of genes associated with disease resistance were up-regulated specifically in GY129, and photosynthesis- and carbohydrate metabolism-related genes were simultaneously significantly downregulated, showing that after rice blast fungus infection, disease resistance genes were activated. At the same time, there was a significant reduction in the basal metabolism of cells, and the combination of these factors endowed GY129 with resistance to rice blast. Our study provides genetic resources for the improvement of rice blast resistance in *japonica* rice and enriches the study of rice blast resistance mechanisms.

References

1. Bian JL, Ren GL, Han C, Fang-Fu XU, Gao H (2020) Comparative analysis on grain quality and yield of different panicle weight indica-japonica hybrid rice (*Oryza sativa* L.) cultivars. *J Integr Agric* 19:999-1009. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(19\)62798-X](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(19)62798-X)
2. Bolton M (2009) Primary Metabolism and Plant Defense—Fuel for the Fire. *Molecular plant-microbe interactions: MPMI* 22:487. <https://doi.org/10.1094/MPMI-22-5-0487>
3. Hanks SK, Quinn A, Hunter T (1988) The Protein Kinase Family: Conserved Features and Deduced Phylogeny of the Catalytic Domains. *Science* 241:42-52. <https://doi.org/https://doi.org/10.1126/science.3291115>
4. Hanssen IM, Esse H, Ballester AR, Hogewoning S, Thomma B (2011) Differential tomato transcriptomic responses induced by Pepino mosaic virus isolates with differential aggressiveness. *Plant Physiol* 156:301–318. <https://doi.org/10.1104/pp.111.173906>
5. Kobe B, Eisenhofer D (1995) A structural basis of the interactions between leucine-rich repeats and protein ligands. *Nature* 374:183. <https://doi.org/10.1038/374183a0>
6. Li W, Zhu Z, Chern M, et al. (2017) A Natural allele of a transcription factor in rice confers broad-spectrum blast resistance. *Cell* 170:114-126. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2017.06.008>
7. Li Y, Ye Z, Nie Y, Zhang J, Wang G, Wang Z (2015) Comparative phosphoproteome analysis of *Magnaporthe oryzae*-responsive proteins in susceptible and resistant rice cultivars - ScienceDirect. *J Proteom* 115:66-80. <https://doi.org/10.1016/j.jprot.2014.12.007>
8. Liu W, Liu J, Ning Y, Ding B, Wang X, Wang Z, Wang GL (2013) Recent progress in understanding PAMP- and effector-triggered immunity against the rice blast fungus *Magnaporthe oryzae*. *Mol Plant* 6:605-620.

<https://doi.org/10.1093/mp/sst015>

9. Shiu SH, Bleecker AB (2001) Plant Receptor-Like Kinase Gene Family: Diversity, Function, and Signaling. *Stke* 2001:re22. <https://doi.org/10.1126/stke.2001.113.re22>

10. Skamnioti P, Gurr SJ (2009) Against the grain: safeguarding rice from rice blast disease. *Trends Biotechnol* 27:141-150. <https://doi.org/10.1016/j.tibtech.2008.12.002>

11. Wang D, Hong W, Wu Y, Chen R, Hu X (2017) The impacts of cultivated rice varieties and climates on rice blast disease epidemics. *Acta Agric Zhejiangensis* 29:791-798. <https://10.3969/j.issn.1004-1524.2017.05.15>

12. Xiao H, Zhang Q, Qin X, Xu Y, Ni C, Huang J, Zhu L, Zhong F, Liu W, Yao G, Zhu Y, Hu J (2018) Rice PPS1 encodes a DYW motif-containing pentatricopeptide repeat protein required for five consecutive RNA editing sites of *nad3* in mitochondria. *New Phytol* 220:878-892. <https://doi.org/10.1111/nph.15347>

13. Zhai K, Deng Y, Liang D (2019) RRM Transcription Factors Interact with NLRs and Regulate Broad-Spectrum Blast Resistance in Rice. *Mol Cell* 74:996-1009. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.molcel.2019.03.013>

14. Zhao H, Wang X, Jia Y, Minkenberg B, Yang Y (2018) The rice blast resistance gene *Ptr* encodes an atypical protein required for broad-spectrum disease resistance. *Nat Commun* 9:2039. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(19\)62798-X](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(19)62798-X)

15. Zheng W, Ma L, Zhao J, Li Z, Sun F, Lu X (2013) Comparative transcriptome analysis of two rice varieties in response to rice stripe virus and small brown planthoppers during early interaction. *PLoS One* 8:e82126. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0082126>

16. Zheng WJ, Wang Y, Wang LL, Ma ZB, Zhao JM, Wang P, Zhang LX, Liu ZH, Lu XC (2016) Genetic mapping and molecular marker development for *Pi65(t)*, a novel broad-spectrum resistance gene to rice blast using next-generation sequencing. *Theor Appl Genet* 129:1035-1044. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s00122-016-2681-7>

Figure legends

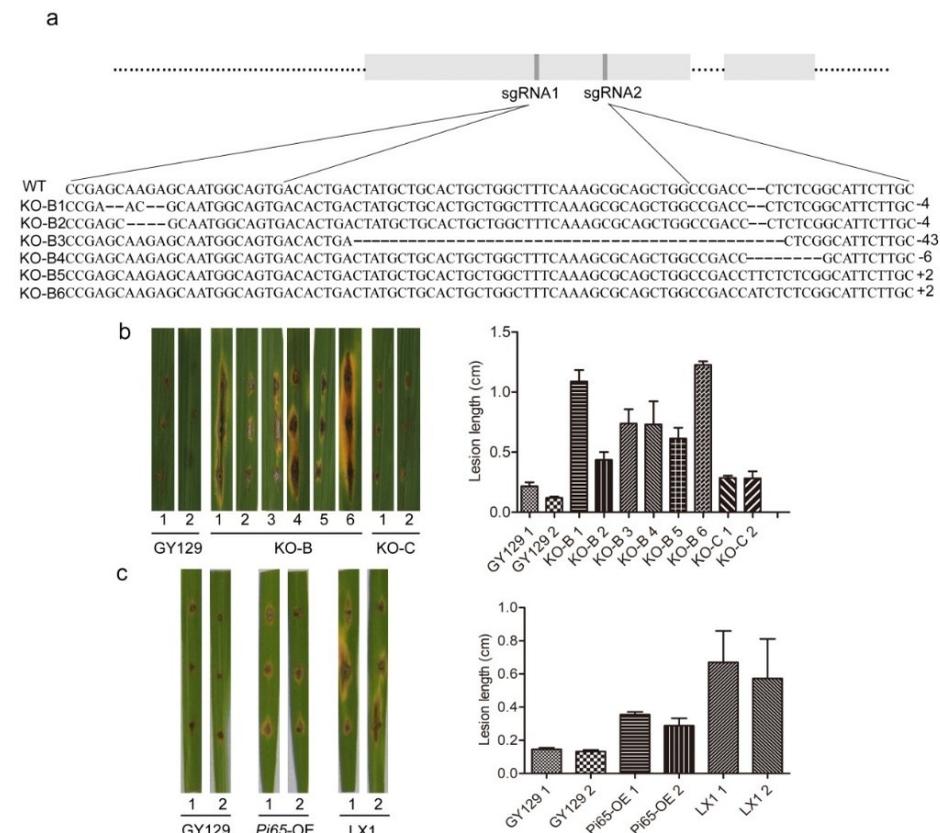


Fig. 1 CRISPR/Cas9-mediated mutation of two candidate genes in GY129 and disease reactions of *Pi65*-overexpressing lines of LX1. a The candidate gene Os11g0694600 was knocked out with specific gRNAs. WT, wild-type Os11g0694600 in GY129, and KO-B 1-6, edited types of Os11g0694600. b Disease reactions in wild-type GY129 and CRISPR-edited mutant leaves after spray-inoculation with the QY-13 isolate. KO-B and KO-C are Os11g0694600 and Os11g0694850, respectively; lesion lengths were determined on inoculated leaves at 7 days post-inoculation. c Blast reactions in GY129, *Pi65*OE and LX1 plants. Leaves of 4-week-old plants were punch-inoculated; Lesion lengths were determined on inoculated leaves at 7 days post-inoculation.

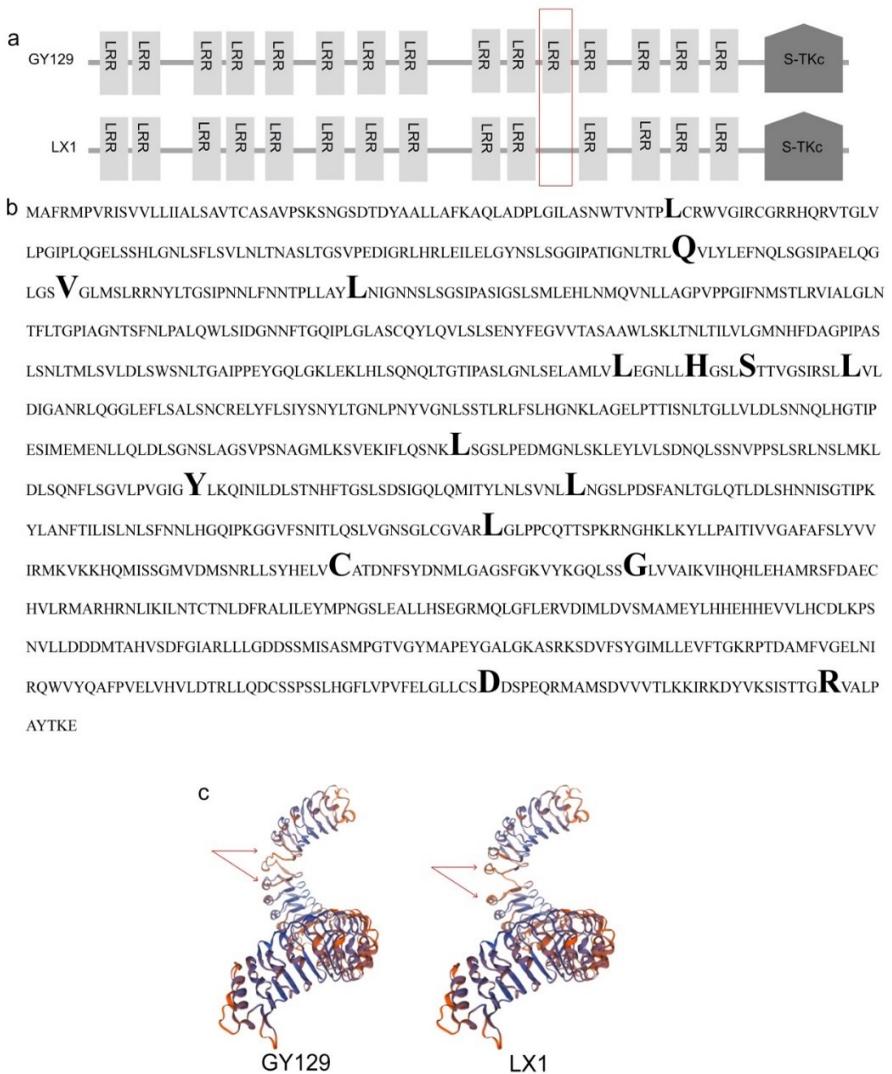


Fig. 2 Structure of *Pi65* and its deduced amino acid sequence. a LRRs and serine/threonine protein kinases are shown in CDS, respectively. b Deduced peptide sequence encoded by *Pi65*. The bold and enlarged amino acid sequences are specifically present in GY129 and not in LX1. c Red arrows indicate the tertiary structural differences in *Pi65* between GY129 and LX1.

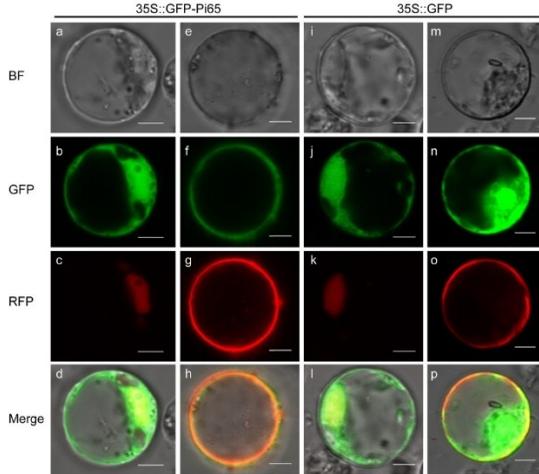


Fig. 3 Intracellular localization of the Pi65 protein. Confocal fluorescence images (b-d, f-h, j-l, n-p) and differential interference contrast (DIC) images (a, e, i, m) of rice yellow tissue protoplasts in cells expressing GFP-Pi65 (a-h) or GFP (i-p). The rice Pi65 protein fused with RFP is a nucleus marker (a-d, i-l) and a membrane marker (e-h, m-p). Scale bar: 5 μ m.

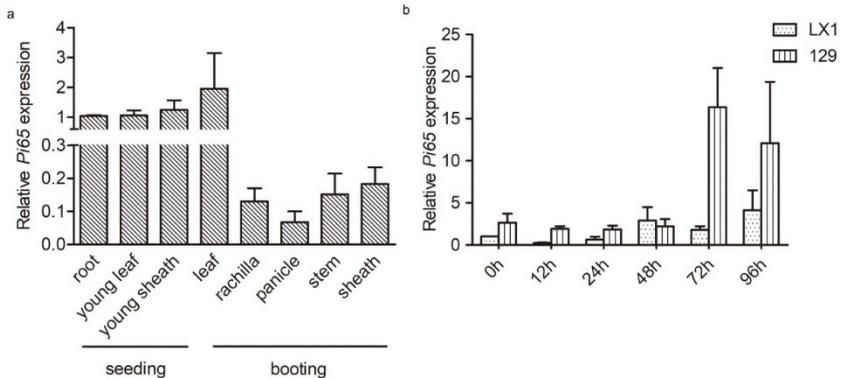


Fig. 4 Expression of *Pi65* in different organs and at different time points in both compatible and incompatible interactions. a Constitutive expression of *Pi65* in different organs of rice at the seedling stage. b Constitutive expression of *Pi65* in different organs of rice at the booting stage. c Profiles of *Pi65* expression

in GY129 at different time points (0, 12, 24, 48, 72 and 96 hpi) after inoculation detected by qRT-PCR using the relative $-2^{\Delta\Delta CT}$ method with Actin1 as an internal control. Data represent means with error bars showing \pm s.d. (n=3).

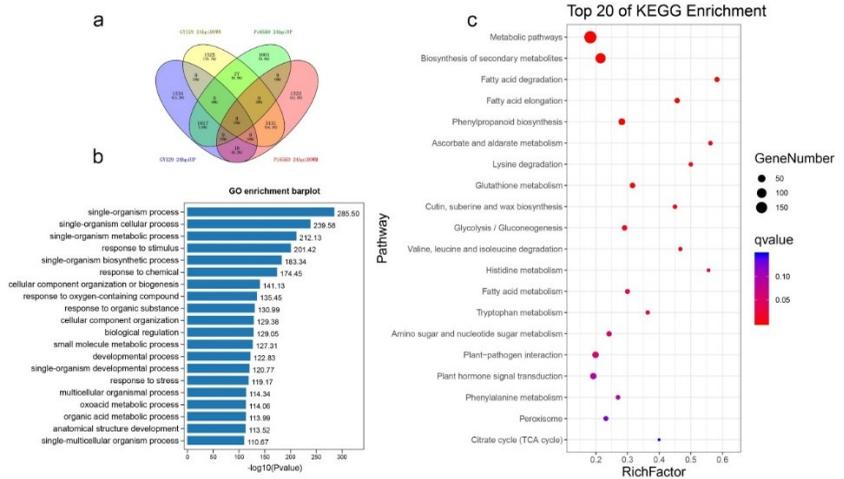


Fig. 5 DEG analysis of GY129 and *Pi65KO*. a Venn diagram analysis of upregulated and downregulated genes in GY129 and *Pi65KO* cells. b KEGG enrichment analysis of all DEGs in GY129 and *Pi65KO*, the X-axis represents the RichFactor, and the left side of the Y-axis represents KEGG pathways. c GO enrichment analysis for all DEGs in GY129 and *Pi65KO*, the X-axis represents the $-\log_{10}(Pvalue)$, and the left side of the Y-axis represents GO item types.

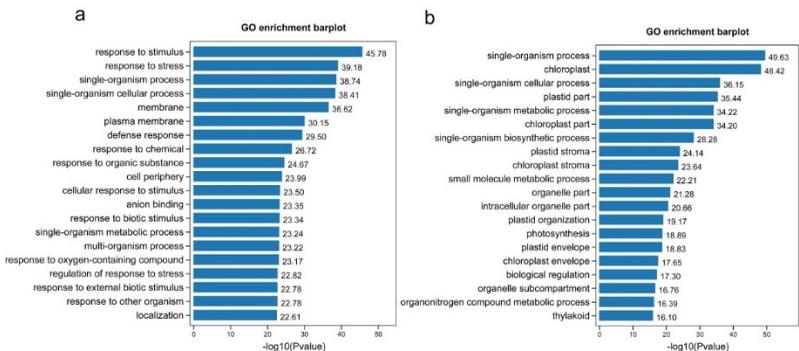


Fig. 6 GO enrichment analysis of GY129 of DEGs. a GO enrichment analysis of up-DEGs in GY129, X-axis represents the $-\log_{10}(\text{Pvalue})$, the left side of the Y-axis represents GO term types. b GO enrichment analysis of down-DEGs with GY129, the X-axis represents the $-\log_{10}(\text{Pvalue})$, the left side of the Y-axis represents GO term types.

НОВЫЕ СОРТА РИСА КАПИТАН И АРГАМАК

Костылев П.И., Краснова Е.В., Аксенов А.В.

ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской», г. Зерноград, Россия

Аннотация. Исследования проводили с целью создания и передачи на государственное испытание высокопродуктивных, среднеспелых сортов риса, устойчивых к полеганию и болезням, с высокими технологическими качествами зерна, хорошо приспособленных к местному климату и почвам. Работу выполняли в Ростовской области методами межсортовой гибридизации, индивидуального и массового отбора. Сорт Капитан выведен в АНЦ «Донской» совместно с ФНЦ риса путем индивидуального многократного отбора из гибридной популяции. Скрещивание в комбинации Флагман х IR-36 с переносом генов устойчивости к пирикулярриозу Pi-2 и Pi-b было сделано в 2007 году. Затем проведено трехкратное беккроссирование и контроль наличия генов с помощью маркеров и ПЦР-анализа. В конкурсном испытании этот сорт изучался в 2016-2018 годах, после чего передан для государственного сортоиспытание, а в 2021 у внесен в Реестр селекционных достижений Российской Федерации. Вегетационный период – 120 дней. Масса 1000 зерен в среднем 35 г. Урожайность составила 8,13 т/га, выше, чем у сорта Южанин на 0,64 т/га.

Сорт Аргамак создан в результате скрещивания в 2010 г. линии Ил.14 с высокопродуктивным сортом Кубояр. С использованием фланкирующих кодоминантных SSR-маркеров (RM 144 и RM 224 для гена Pi-1; RM 527 и SSR 140 для гена Pi-2; RM 72 и RM 310 для гена Pi-33) удалось установить формы, несущие одновременно 3 гена резистентности риса к пирикулярриозу. Затем несколько лет проводили многократные индивидуальные и массовые отборы из гибридного потомства во втором и последующих поколениях растений с самыми крупными метелками. В процессе селекционной работы был выделен образец Дон 8210, который изучали в конкурсном испытании в 2018–2019 гг., а затем передали на государственное сортоиспытание. Продолжительность вегетационного периода перспективного сорта составляет 119 дней. Средняя масса зерновки – 31,1 мг. Урожайность в конкурсном сортоиспытании в среднем составила 8,79 т/га, превышая стандарт Южанин на 1,59 т/га.

Ключевые слова: рис, продуктивность, сорт, признак, отборы, устойчивость к пирикулярриозу, конкурсное сортоиспытание.

NEW RICE VARIETIES KAPITAN AND ARGAMAK

Kostylev P.I., Krasnova E.V., Aksenov A.V.

FSBSI «Agricultural research center «Donskoy», Zernograd, Russia

Abstract. The research was carried out in order to create and transfer for state testing of highly productive, mid-season rice varieties, resistant to lodging and diseases, with high technological qualities of grain, well adapted to the local climate and soils. The work was carried out in the Rostov region by the methods of intervarietal hybridization, individual and mass selection. The Kapitán variety was bred at the ARC Donskoy jointly with the FRC of rice by individual multiple selection from a hybrid population. Crossing in the Flagship x IR-36 combination with transfer of the blast resistance genes Pi-2 and Pi-b was done in 2007. Then, a three-fold backcrossing was carried out and the presence of genes was monitored using markers and PCR analysis. In a competitive trial, this variety was studied in 2016-2018, after which it was transferred for state variety testing, and in 2021 it was entered into the Register of Breeding Achievements of the Russian Federation. The growing season is 120 days. The average weight of 1000 grains was 35 g. The yield was 8.13 t / ha, 0.64 t / ha higher than that of the Yuzhanin variety.

The Argamak variety was created as a result of crossing in 2010 the IL14 line with the highly productive Kuboyar variety. Using flanking codominant SSR markers (RM 144 and RM 224 for the Pi-1 gene; RM 527 and SSR 140 for the Pi-2 gene; RM 72 and RM 310 for the Pi-33 gene), it was possible to establish forms carrying three resistance genes simultaneously rice to blast. Then, for several years, multiple individual and mass selections were carried out from the hybrid offspring in the second and subsequent generations of plants with the largest panicles. In the process of breeding work, a sample of Don 8210 was isolated, which was studied in a competitive trial in 2018–2019, and then transferred to state variety testing. The growing season of the promising variety is 119 days. The average weight of a caryopsis is 31.1 mg. The yield in the competitive variety testing averaged 8.79 t / ha, exceeding the Yuzhanin standard by 1.59 t / ha.

Keywords: rice, variety, quantitative traits, productivity, blast tolerance (resistance), competitive variety testing.

Рис – одна из наиболее важных продовольственных культур, производство которой стоит на втором месте после пшеницы. Основные площади посева риса в России находятся в Северо-Кавказском регионе,

где преимущественная часть посевов расположена в Краснодарском крае. На втором месте по объему производства находится Ростовская область [4].

Валовой сбор зерна риса можно увеличить путем повышения его урожайности во всех регионах, потому что новые площади не будут добавляться. Для решения этого вопроса большое значение имеют создание и использование в производстве новых продуктивных сортов, устойчивых к стресс-факторам, особенно, к пирикулярриозу. Это заболевание вызывает патогенный гриб *Magnaporthe oryzae*. Обычными методами, а также с применением маркеров в разных государствах созданы резистентные к пирикулярриозу сорта риса, адаптированные к контрастным условиям климата возделывания этой культуры [6, 7]. Поэтому создание новых российских высокопродуктивных сортов, резистентных к этому заболеванию в настоящее время является актуальным.

Успешность селекционной работы в значительной степени зависит от генетического полиморфизма, дающий больше возможностей искусственному отбору, повышающий его интенсивность. Наибольшая генетическая изменчивость появляется в ходе расщепления гибридных популяций от скрещивания далеких в филогенетическом отношении родительских форм.

В процессе селекционной работы по рису в Донском селекционном центре, ныне АНЦ «Донской», начатой в 1957 году, был создан ряд среднеспелых сортов: Боярин, Командор, Южанин, Кубояр, Акустик, Пируэт, которые имели определенные достоинства и недостатки, особенно такие, как склонность к полеганию при получении всходов из-под слоя воды и поражении посевов пирикулярриозом при высокой влажности воздуха. Поэтому необходимы новые, устойчивые к различным расам этого патогена сорта риса, несущие несколько эффективных генов устойчивости.

Цель исследований – создание и передача на государственное испытание высокопродуктивных, среднеспелых сортов риса, устойчивых к полеганию и болезням, с высокими технологическими качествами зерна, хорошо приспособленных к местному климату и почвам.

Материал и методика. Исходным материалом для создания сорта Капитан послужили сорта Флагман и IR-36, а для Аргмака – линия Ил.14, несущая 3 гена устойчивости к пирикулярриозу (Pi 1, Pi 2, Pi 33) и высокопродуктивный сорт Кубояр, от скрещивания кото-

рых и многократного индивидуального отбора растений с самыми крупными метелками получены элитные формы.

Методом работы по селекции риса является и межсортовая гибридизация, многократный индивидуальный отбор растений во втором и последующих поколениях из гибридного материала, выращивание растений в условиях оптимальной агротехники для испытания их на продуктивность. Фенологические наблюдения, полевые учеты, оценки растений на поражение болезнями, степень полегания и осыпания зерна проводили по методике Государственной комиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур [3]. Структурный и технологический анализ делали по Методике государственного сортоиспытания [3], ВНИИ риса [5] и ВНИИЗК [2]. Обработку числового материала проводили методом дисперсионного анализа по Доспехову Б.А. [1].

В лабораторных и полевых условиях изучали рекомбинантные гибридные формы риса по основным биологическим признакам и свойствам. Отбирали более продуктивные растения, которые не имели признаков поражения пирикулярриозом. Лучшие образцы проверяли на урожайность.

Агрометеорологические условия для роста и развития риса в годы исследований сложились вполне благоприятно, что способствовало хорошему созреванию зерна сорта и формированию высокой урожайности, потенциал которой был максимально реализован.

Результаты исследований. Среднеспелый сорт Капитан выведен в АНЦ «Донской» совместно с ФНЦ риса путем индивидуального многократного отбора из гибридной популяции. Скрещивание в комбинации Флагман х IR-36 с переносом генов устойчивости к пирикулярриозу Pi-2 и Pi-b было сделано в 2007 году. Затем проведено трехкратное беккроссирование и контроль наличия генов с помощью маркеров и ПЦР-анализа. Элитное растение выделено в 2011 году. В конкурсном испытании этот сорт изучался в 2016-2018 годах. В 2018 году сорт риса Капитан передан для государственного сортоиспытания, а с 2021 года внесен в Реестр селекционных достижений Российской Федерации. Авторы: Костылев П.И., Краснова Е.В., Дубина Е.В., Рубан М.Г., Сапон Н.Д.

Общая характеристика: сорт относится к среднеспелой группе, вегетационный период от залива до полной спелости – 120 дней (табл. 1). Созревает одновременно со стандартом Южанин.

Разновидность – италика. Окраска колосковых и цветковых чешуй соломенно-желтая. Сорт имеет компактный куст с вертикальным расположением листьев и метелок. Высота растений в среднем 90 см, на 8 см ниже стандарта. Метелка полунаклонная, компактная, длиной 17,0 см, на 2 см короче, чем у сорта Южанин.

Среднее количество колосков (148) на 12 штук превышает значение Южанина, первичные метелки несут до 200 зерен. Колоски (зерна) овальной формы, средней величины, длиной 9,5 мм, шириной 3,6 мм. Масса 1000 зерен в среднем 35 г, на 5,8 г больше, чем у Южанина. Отношение длины зерновки к ширине 2,6. Зерновка белая, стекловидная (93,3%) с небольшим мучнистым пятном. Пленчатость зерна – 20,6%. Выход крупы 71,5%, а целого ядра 86,4%. Сорт устойчив к пирикулярриозу, полеганию и осыпанию.

Таблица 1 – Характеристика новых сортов риса, г. Пролетарск

Признаки	Сорта, 2016-2018 гг.		Сорта, 2017-2019 гг.	
	Южанин	Капитан	Южанин	Аргамак
Урожайность, т/га	7,49	8,13	7,20	8,79
Прибавка урожайности, т/га	0,00	0,64	0,00	1,59
Период вегетации, дней	122	120	120	119
Высота растений, см	98,0	90,0	98	93
Длина метелки, см	19,0	17,0	17	16
Колосков в метелке, шт.	136	148	116	142
Масса 1000 зерен, г	29,2	35,0	29,6	31,1
Пленчатость, %	21,3	20,6	19,2	18,0
Выход крупы, %	67,3	71,5	68,7	72,7
Выход целого ядра, %	78,5	86,4	87,0	93,0
Стекловидность, %	92,3	93,3	92,0	95,0

В среднем за годы конкурсного испытания в ОС «Пролетарская» Ростовской области урожайность сорта Капитан составила 8,13 т/га, что выше, чем у сорта Южанин на 0,64 т/га. Более высокая урожайность данного сорта формируется за счет более озерненной метелки, чем у стандарта и увеличенной массы зерновки. Сорт устойчив к полеганию и осыпанию, холодостойкий. Устойчивость к пирикулярриозу в полевых условиях выше, чем у стандарта Южанин.

В производственном испытании в ОС «Пролетарская» Ростовской области в 2018 году на площади 0,05 га он показал урожайность 8 т/га. Производственные испытания свидетельствуют о высо-

кой технологичности сорта Капитан, неполегамости и возможности прямой уборки комбайном.

Зона возделывания: сорт предлагается к использованию в производстве в Северо-Кавказском и Нижневолжском регионах Российской Федерации для выращивания по обычной технологии, а также с получением всходов по естественным запасам влаги или из под слоя воды.

Сорт Аргамак выведен в АНЦ «Донской» путем индивидуального многократного отбора из гибридной популяции Ил.14 х Кубояр растений с самыми крупными метелками.

Скращивание проведено в 2010 году. Элитное растение выделено в 2014 году. В контрольном питомнике этот сорт изучали в 2017 году, в конкурсном испытании в 2018-2019 годах. Осенью 2019 года сорт передан на государственное испытание. Авторы: Костылев П.И., Краснова Е.В., Тесля Ю.П., Аксенов А.В., Алабушев А.В.

Общая характеристика: сорт относится к среднеспелой группе, вегетационный период от залива до полной спелости – 119 дней (табл. 1). Созревает на 1 день раньше стандарта Южанин. Разновидность – нигро-апикулята. Окраска колосковых и цветковых чешуй соломенно-желтая с черной верхушкой.

Сорт имеет компактный куст с вертикальным расположением листьев и метелок. Высота растений в среднем 93 см, на 5 см ниже стандарта. Метелка прямостоячая, компактная, длиной 16 см, на 1 см короче, чем у сорта Южанин. Среднее количество колосков (142) на 26 штук превышает значение Южанина, первичные метелки несут до 200 зерен. Колоски (зерна) овальной формы, средней величины, длиной 8,4 мм, шириной 3,3 мм, толщиной 2,2 мм. Масса 1000 зерен в среднем 31,1 г. Отношение длины зерновки к ширине 2,5. Зерновка белая, стекловидная (95%). Пленчатость зерна – 18,0%. Выход крупы – 72,7%, а целого ядра – 93,0%. Сорт устойчив к пирикулярриозу, полеганию и осыпанию.

В среднем за годы конкурсного испытания (2017-2019 гг.) в СП «Пролетарское» урожайность сорта Аргамак составила 8,79 т/га, что выше, чем у сорта Южанин на 1,59 т/га. Максимальная урожайность сформировалась в 2019 году – 10,1 т/га, на 2,55 больше стандарта Южанин. Высокая урожайность данного сорта формируется за счет большей озерненности метелки, чем у стандарта и увеличенной густоты стеблестоя.

Сорт хорошо приспособлен к производственной технологии возделывания, механизированной уборке и переработке. Посев про-

водится по обычной технологии и с получением всходов по естественным запасам влаги в ранние сроки. Норма высева 200-250 кг/га, в зависимости от предшественника. Производственные испытания свидетельствуют о высокой технологичности сорта Аргамак, неполегаемости и возможности прямой уборки комбайном. Зона возделывания: сорт предлагается к использованию в производстве в Северо-Кавказском и Нижневолжском регионах Российской Федерации для выращивания по обычной технологии, а также с получением всходов по естественным запасам влаги.

Экономическая оценка эффективности, как завершающий этап научных исследований, свидетельствует, что прибавка к стандарту условно чистого дохода при возделывании нового сорта риса Капитан достигает 9000 руб./га (табл. 2). При этом рентабельность нового сорта составила 130%, что на 11% выше, чем у Южанина. Внедрение сорта в сельскохозяйственное производство на замену сорта Южанин позволит дополнительно произвести более 600 тонн зерна риса с каждой тысячи гектаров на сумму около 10 млн. рублей (при цене 17 руб./кг). При этом значительно снизятся затраты на обработку фунгицидами, т.к. можно уменьшить их норму расхода.

Таблица 2. Оценка экономической эффективности новых сортов риса

Сорт	Средняя урожайность, т/га	Затраты руб./га	Прибыль руб./га	Рентабельность, %	Годовой экономический эффект, руб./га
Южанин, стандарт	7,49	58120	69210	119	-
Капитан	8,13	60000	78210	130	9000
Южанин, стандарт	7,20	59130	63270	107	-
Аргамак	8,79	62260	87170	140	23900

При возделывании нового сорта риса Аргамак прибавка к стандарту условно чистого дохода достигает 23900 руб./га. При этом рентабельность нового сорта составила 130%, что на 11% выше, чем у Южанина. Внедрение сорта Аргамак на производственные площади даст возможность дополнительно собрать с каждой тысячи гектаров более 1600 тонн зерна риса на сумму 27,2 млн. рублей. Поскольку сорт устойчив к пирикулярриозу, затраты на обработку фунгицидами можно значительно снизить.

Заключение

1. Среднеспелый сорт риса Капитан, несущий ген повышенной устойчивости растений к пирикулярриозу, созданный методом индивидуального отбора из гибридной популяции Флагман х IR-36. Его урожайность составила в КСИ в среднем за 3 года 8,13 т/га, что выше, чем у сорта Южанин на 0,64 т/га. Внедрение этого сорта в с.-х. производство позволит дополнительно произвести более 600 тонн зерна риса с каждой тысячи гектаров на сумму 10 млн. рублей.

2. Среднеспелый сорт риса Аргамак, устойчивый к пирикулярриозу, создан методом индивидуального многократного отбора из гибридной популяции Ил.14 х Кубояр растений с самыми крупными метелками. Его урожайность составила в КСИ в среднем за 3 года 8,79 т/га, что выше, чем у сорта Южанин на 1,59 т/га. Внедрение этого сорта в с.-х. производство позволит дополнительно произвести более 1600 тонн зерна риса с каждой тысячи гектаров на сумму 27,2 млн. рублей.

3. Сорта можно выращивать в условиях Ростовской и Астраханской областей, Краснодарского края, Калмыкии и Дагестана, т.е. Северо-Кавказского и Нижневолжского регионов.

Литература

1. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов – М.: Книга, 2012. – 352 с.
2. Костылев П.И. Методы селекции, семеноводства и сортовой агротехники риса. Ростов н/Д: ЗАО «Книга», 2011. 288 с.
3. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур / под ред. В. И. Головачева, Е. В. Кириловской. Зерновые, крупяные, зернобобовые, кукуруза и кормовые культуры. – М.: Калининская областная типография управления издательств, полиграфии и книжной торговли Калининского облисполкома, 1989. Вып. 2. 194 с.
4. Рис: площади, сборы и урожайность в 2001–2019 гг. [Электронный ресурс]. URL: <https://ab-centre.ru/news/ris-ploschadi-sbory-i-urozhaynost-v-2001-2019-gg> (дата обращения 20.03.2020).
5. Сметанин А.П., Дзюба В.А., Апрод А.И. Методики опытных работ по селекции, семеноводству и контролю за качеством семян. – Краснодар, 1972. – 155 с.
6. Miah G., Rafii M. Y., Ismail M. R. et al. Blast resistance in rice: a review of conventional breeding to molecular approaches / G. Miah, M. Y. Rafii, M. R. Ismail et al. // *Molecular Biology Reports*. 2013. Vol. 40. No. 3. Pp. 2369–2388. doi: 10.1007 / s11033-012-2318-0.
7. Usatov A.V., Kostylev P.I., Azarin K.V. et al. Introgression of the rice blast resistance genes Pi1, Pi2 and Pi33 into Russian rice varieties by marker-assisted selection / A. V. Usatov, P. I. Kostylev, K. V. Azarin et al. // *Indian Journal of Genetics and Plant Breeding*. 2016. Vol. 76. No. 1. Pp. 18–23. doi: 10.5958/0975-6906.2016.00003.1.

DOI: 10.33775/conf-2021-69-71

UDC 633.1

RICE RESEARCH PROCESS IN CHINA

Zhe Guo, Ling li, Meilin Li, Yang Su, Xin Huang

Rice research institute of Sichuan Agricultural University, China

The old says : Human's basic equipments is food, life could be happy when food is abundant , be ruined when it is insufficient. Rice is one of the most important grains in the world, and is the main food for about half of the world's population. China is the "rice kingdom" in the world, accounting for more than 30% of the world's annual rice production.

Besides being used as staple food, rice can also produce various rice products of various colors, shapes and flavors, such as Rice flour, Rice crust, Rice skin and so on.

Since the first time discovery of male sterile rice by Yuan Long-Ping in the *indica* cultivar Dong-Ting-Zao-Xian in 1964, the hybrid rice research in China has been over a half century. In the last 50 years, hybrid rice not only contributes adequately on the security for food supply in China, but also makes China take a leading role on hybrid rice around the world. The development history of hybrid rice is a history of China's agricultural science and technology collaborative innovation and continuous climbing of scientific peaks. The significance of hybrid rice development is not limited to the improvement of China's rice science level and rice yield, but more importantly, it promotes the innovation of agricultural science and technology in China as well as the utilization of hybrid advantages of main crops.

With the development of hybrid rice technology, China has also cultivated more new rice varieties. The international science and technology cooperation demonstration base of Sichuan Province of Rice Research Institute of Sichuan Agricultural University introduced "Ruby" red rice germplasm resources from all Russia Rice Research Institute of Russia, and utilized heterosis(Huang et al., 2016) and biological enrichment effect of rice on mineral element selenium, The germplasm resources with high selenium content in rice were selected from the existing rice varieties as the genetic relationship, and a new red rice hybrid combination Z3055A / R363, a red glutinous rice male sterile line Z5097A and a restorer line Z5097B were selected and bred.

Selenium is a double-edged sword for human health. Abnormal usage of selenium will affect human health, and the boundary between level is narrow (Zhu, Pilon-Smits, Zhao, Williams, & Meharg, 2009). When the body's daily intake of selenium is less than 40 μg , the human body is in a state of selenium deficiency, and the daily intake of selenium is more than 400 μg . Human body is in the symptom of selenium poisoning. There are 70% selenium deficient or low selenium areas in China. The mineral element selenium cannot be synthesized by itself in the body and must be taken from food. People in these areas often do not get enough selenium from local food. Selenium deficiency can lead to many diseases, including heart disease, neuromuscular disease, male infertility and so on (Labunskyy et al., 2014). Therefore, breeding natural selenium rich rice with stable heredity and selenium content in healthy range has extensive economic and social benefits, and it is of great significance to improve people's health level.

Selenium-rich rice, as a natural source of organic selenium, meets the nutritional needs of human beings. In this study, the effects of environmental factors and exogenous Selenium on the nutritional status of rice under the stress of Cd were investigated through a field pot experiment. The results showed that the metal content in rice grains increased linearly with soil bulk fertilizer treatment. About 50-70% of the metals are recovered into the rice tissue, while 5-20% are seeped into the soil (Farooq, Tang, Zheng, Asghar, & Zhu, 2019). Selenium concentration of 0.4mg kg^{-1} can significantly increase the total selenium content in seeds and reduce Cd toxicity (below the allowable range of 1mg kg^{-1}).

In order to explore the physiological effects of red rice on aged mice, fifty 45 week old male C57BL/6J mice were reared at 25 °C for 12h \pm 2 °C. Mice could drink distilled water freely and were fed SPF standard daily feed before the experiment. After 7 days of adaptation, mice were randomly divided into 5 groups (The control group was only fed with white rice gangyou 725 W; only fed red rice of brown rice Z3055A / R363 RB; only fed red rice of polished rice Z3055A / R363 RP; The first 30 days were fed with common white rice gangyou 725, the second 30 days were fed with brown rice of red rice Z3055A / R363 WR; The mice were fed with white rice gangyou 725 and added with 0.072 mg/L Na_2SeO_3 in drinking water to ensure that the daily total selenium content of mice was the same as that of RB group W+Se). After 60 days, the mice were asphyxiated with CO_2 , and their organs were collected and

quickly frozen into liquid nitrogen, then stored at $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ ultra low temperature refrigerator.

The aging mice fed with selenium enriched red rice showed significantly better phenotypes, such as antioxidant activity and hair growth, than those fed with ordinary white rice. Blood and liver samples were collected for determination of SOD, MDA, T-AOC and GSH-Px. It was found that the antioxidant activity of mice fed with white rice was the lowest. In addition, the same amount of inorganic selenium intake, the results are not as good as natural selenium rich red rice. Of course, the phenotype of mice with inorganic selenium was better than that of white rice group without inorganic selenium(Zeng et al., 2019). These results indicate that organic selenium plays an important role in animal health. As a natural source of organic selenium, selenium rich red rice can meet the nutritional needs of human beings.

References

- Farooq, M. U., Tang, Z., Zheng, T., Asghar, M. A., & Zhu, J. J. B. (2019). Cross-Talk between Cadmium and Selenium at Elevated Cadmium Stress Determines the Fate of Selenium Uptake in Rice. *9*(6), 247.
- Huang, X., Yang, S., Gong, J., Qiang, Z., Qi, F., Zhan, Q., . . . Xia, J. J. N. (2016). Genomic architecture of heterosis for yield traits in rice.
- Labunskyy, V. M., Hatfield, D. L., & Gladyshev, V. N. J. P. R. (2014). Selenoproteins: Molecular Pathways and Physiological Roles. *94*(3), 739.
- Zeng, R., Liang, Y., Farooq, M. U., Zhang, Y., Ei, H. H., Tang, Z., . . . Zhu, J. (2019). Alterations in transcriptome and antioxidant activity of naturally aged mice exposed to selenium-rich rice [J] *Environmental Science and Pollution Research*. *26*(17).
- Zhu, Y. G., Pilon-Smits, E., Zhao, F. J., Williams, P. N., & Meharg, A. A. J. T. i. P. S. (2009). Selenium in higher plants: understanding mechanisms for biofortification and phytoremediation. *14*(8), 436-442.

DOI: 10.33775/conf-2021-72-80

УДК 633.18:631.52

ВЫЯВЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ВЕЛИЧИН ПРИЗНАКОВ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ МАКСИМАЛЬНОЙ УРОЖАЙНОСТИ СОРТОВ РИСА В КОНТРОЛЬНОМ ПИТОМНИКЕ

Краснова Е.В., Костылев П.И., Аксенов А.В.

ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской», г. Зерноград, Россия

Аннотация. В статье представлены результаты структурного анализа урожайности селекционных образцов риса из контрольного питомника за 2019-2020 гг. Рассмотрены важнейшие показатели – количество продуктивных стеблей на единице площади, число зерен с одной метелки, масса зерновки, которые определяют биологическую урожайность. Проведен биометрический и статистический анализ 120 образцов риса для анализа связи ряда количественных признаков, в том числе компонентов структуры с продуктивностью. Установлено, что при увеличении числа зерен в метелке до 170 штук урожайность сначала растет, достигает максимума, а потом немного снижается. Найдены оптимальные величины признака. Выявлена тенденция увеличения урожайности при формировании более коротких метелок. Масса 1000 зерен должна быть выше 30 г. Оптимальная густота стеблестоя составила 300-350 стеблей на 1 м². Таким образом, максимальная урожайность зерна риса формируется тогда, когда элементы ее структуры имеют оптимальные значения.

Ключевые слова: рис, образец, структура урожая, продуктивность

DOI: 10.33775/conf-2021-72-80

UDC 633.18:631.52

IDENTIFICATION OF OPTIMAL VALUES OF TRAITS TO FORM MAXIMUM YIELD OF RICE VARIETIES IN CONTROL NURSERY

Krasnova E.V., Kostylev P.I., Aksenov A.V.

FSBSI «Agricultural research center «Donskoy»

347740, Russia, Rostov region, Zernograd, Nauchniy gorodok, 3

Annotation. The article presents the results of a structural analysis of the productivity of breeding rice samples from the control kennel for 2019-2020 are considered the most important indicators - the number of productive stems per unit area, the number of grains with a panicle, grains and panicle weight,

which determine biological productivity. Spend biometric and statistical analysis of 120 rice samples for the analysis of communication components with productivity structure. It is found that as the number of grains per panicle to yield 170 pieces first rises, reaches a maximum and then decreases slightly. The optimal values of the trait are found. A tendency to an increase in yield was revealed when shorter panicles were formed. The mass of 1000 grains must be above 30 g. Optimum plant stalks made 300-350 stems per 1 m². Thus, the maximum yield of the rice grain is formed when the elements of its structure are optimal values.

Keywords: rice, sample, crop structure, productivity.

Введение. Рис является важной пищевой культурой и ожидается рост спроса на крупу по мере роста населения [7]. Чтобы решить эту проблему и защитить продовольственную безопасность, необходимо стабилизировать или увеличить производство риса [2].

Потенциальная урожайность, генотип-специфический признак, который достигает максимальных значений, когда рис выращивается в отсутствие биотических и абиотических стрессов [9]. Поэтому повышение потенциала урожайности является основной целью селекционной работы в современную эпоху. Прошлые исследования показали, что с 1960-х годов селекция риса для получения высоких урожаев в Азии часто была нацелена на полукарликовые сорта, что увеличивало индекс урожая и размер метелки, тем самым увеличивая способность усвоения удобрений по сравнению с более старыми сортами [10]. Задача селекции полукарликового идеотипа с 1980-х годов в таких центрах, как Международный научно-исследовательский институт риса (IRRI), заключалась в том, чтобы найти оптимальную комбинацию агрономических признаков для среднеспелых сортов от 115 до 120 дней [10]. Такой подход еще больше повысил урожайность риса к 2000-м годам [6]. В результате этих усилий большинство элитных генотипов средней продолжительности жизни теперь имеют индекс урожая, который приближается к теоретическому максимуму от 0,55 до 0,60 [8]. Другая проблема заключается в том, что элитные образцы теперь производят множество колосков на единицу площади за счет развития крупных метелок, от 150 до 200 колосков на метелку [10], у которых наполнение зерна ограничено нехваткой неструктурных углеводов или сопутствующей фотоассимиляцией. Это стало узким местом для недавних высокоурожайных сортов [14].

Такие важные признаки, как количество продуктивных побегов на одном квадратном метре, количество зерен на метелке и масса 1000 зерен влияют на урожайность каждого сорта с.-х. растений. Теоретическую урожайность можно определить, если перемножить эти величины. Они находятся под влиянием генетических, метеорологических, технологических и других факторов. Всю сложность и многогранность жизненного цикла растений может отразить только совокупность факторов. Поэтому для реального понимания составляющих урожая надо учитывать даже наименее значимые показатели структуры урожая.

Связь между урожайностью риса и компонентами урожайности хорошо изучена на фенотипическом уровне. Так, Sharma и др. [12] сообщали, что урожайность зерна с растения положительно коррелирует с числом продуктивных побегов, метелок и колосков на растении, а также с массой 1000 зерен. Prasad и др. [11] выявили положительные корреляционные связи массы зерна на растении с числом колосков и зерен в метелке и массой 1000 зерен, Bai [5] – с числом стеблей на растении и зерен в метелке, Sürek, Korkut [13] – с количеством метелок на растении и массой 1000 зерен, Akinwale [3] – с числом побегов на растении ($r = 0,58$), массой метелки ($r = 0,60$) и количеством зерен в метелке ($r = 0,52$), Akhtar [4] – с количеством зерен с метелки ($r = 0,81$) и массой 1000 зерен ($r = 0,53$).

Приведенная информация доказывает, что данные признаки можно использовать в селекционной работе для повышения урожайности риса. Выбранные составляющие продуктивности повысят урожайность зерна более существенно, если они хорошо наследуются и имеют положительные корреляции с ней. Эти важные признаки растений должны учитываться при планировании любой программы селекции риса на высокую урожайность. Сравнительный анализ компонентов продуктивности нужен для формирования морфотипа растения на основе определенных величин структурных элементов урожайности и создания более продуктивных сортов.

Цель исследований – анализ связи компонентов структуры урожая с продуктивностью образцов лаборатории селекции и семеноводства риса Аграрного научного центра «Донской».

Материалы и методика. Объектом исследований послужили 120 образцов риса контрольного питомника (КП) урожая 2019-2020 г. Делянки – площадью 25 м² в 2-кратной повторности. Учет стеблестоя проводили на фиксированных площадках после появления всходов и пе-

ред уборкой риса. Учитывали данные: число дней до 50 % цветения, высота растений, количество продуктивных побегов на растении и на 1 м², длина метелки, число зерен на метелке, масса 1000 зерен, масса зерна с метелки и урожайность зерна. Уборку зерна риса производили комбайном КС 575. Структурный анализ снопов осуществляли в лабораторных условиях по методике ВНИИ риса [1]. Математическую обработку числовой информации производили с помощью компьютерных программ Statistica 8.0 и Microsoft Excel.

Результаты исследований. Урожайность зерна риса в контрольном питомнике существенно различалась между образцами и варьировала от 3,29 до 9,48 т/га, составив в среднем 6,35 т/га (у стандарта Южанин – 6,55 т/га). Из них по продуктивности 12 образцов достоверно превысили стандартный сорт Южанин, сформировав урожайность до 9,48 т/га.

Высота изучаемых образцов в КП колебалась от 65 до 101 см (приложение В1). Средняя высота составила 82,8 см, на 12,8 см ниже стандарта Южанин (95,6 см). Корреляционный анализ показал, что высота растений риса имела среднюю положительную связь с сухой массой растения ($r=0,48\pm 0,09$), массой зерна с метелки ($r=0,32\pm 0,09$) и массой 1000 зерен ($r=0,32\pm 0,09$), с остальными признаками корреляция была слабая.

Это связано в значительной степени с криволинейными зависимостями. Взаимосвязь высоты растений образцов КП с их урожайностью показана на рисунке 1. Наиболее урожайными, около 6,7 т/га, были образцы с высотой растений 75-90 см. Это оптимальная величина, которую можно положить в основу модели сорта, снижение высоты приводило к значительному уменьшению урожайности.

Метелки у большинства образцов были средними, от 12,8 до 17,8 см (в среднем 14,4), у высокорослых сортов они были длиннее. Корреляция длины метелок с высотой растений составляет $0,23\pm 0,09$; продолжительностью вегетационного периода – $0,45\pm 0,10$; урожайностью – $-0,22\pm 0,09$, числом растений к уборке – $-0,41\pm 0,10$, с остальными признаками корреляция либо отсутствовала (кустистость, масса стебля), либо принимала отрицательные значения (пустозерность, плотность метелки). Максимальная урожайность около 7,0 т/га, формируется у группы образцов с короткими плотными метелками длиной 12,5-13,5 см, а затем плавно снижается, за исключением класса 15,0-15,5 см (рис. 2).

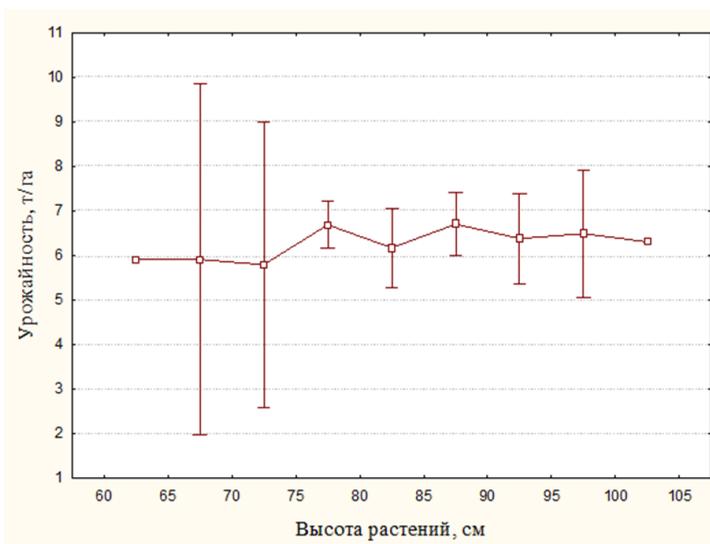


Рисунок 1. Зависимость урожайности от высоты растений образцов КП, 2019-2020 г.

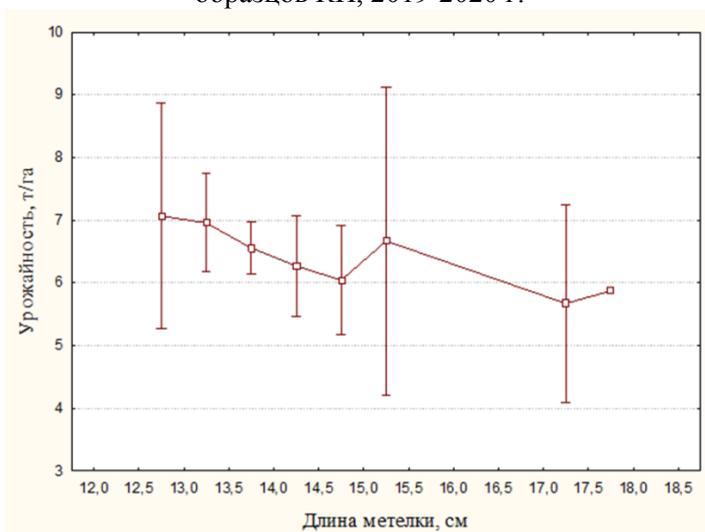


Рисунок 2. Зависимость урожайности от длины метелок образцов КП, 2019-2020 г.

Количество колосков в метелке является основным показателем продуктивности, так как оно первым формируется и закладывается в конусе нарастания. Если их сформировалось мало на начальном этапе органогенеза, то продуктивность можно скомпенсировать более поздно образующимися органами. Поэтому снижение урожайности от недостаточно развитых первичных структур может быть компенсировано поздними элементами.

Если же элементы структуры урожайности формируются на поздних этапах онтогенеза, то они почти не могут компенсировать потери, что приводит к значительному уменьшению урожая. Малое число побегов на растении можно компенсировать в ходе онтогенеза повышением количества колосков на метелке, небольшое число колосков восполнить увеличением массы зерновки.

Среднее число выполненных зерен в КП составило 124,2 штуки (от 86 до 194). Среднее количество колосков на метелке составило 139,2 штуки (от 92 до 208), у стандарта Южанин – 144.

Количество колосков сильно положительно коррелирует с плотностью метелки ($0,89 \pm 0,07$), средне положительно – с массой зёрен на метелке ($0,59 \pm 0,09$), массой стебля ($0,55 \pm 0,08$), отрицательно – с количеством растений по всходам и к уборке, количеством продуктивных побегов, массой тысячи семян, с остальными признаками связь была слабой, либо отсутствовала.

Урожайность зависела от числа колосков в метелке необычным образом. Кривая графика показала трехвершинность, сначала с увеличением количества колосков в метелке средняя урожайность резко возрастает до 6,8 т/га у образцов, имеющих 110-120 колосков в метелке, затем несколько колеблется, достигая максимума 7,2 т/га в классе 160-170 колосков в метелке, а затем плавно снижается (рис. 3).

Масса зерен на метелках у изучаемых сортообразцов в среднем составила 3,18 г, варьируя от 1,97 до 4,19 г, у стандарта Южанин величина этого признака составила в среднем 3,63 г. Масса зерен на метелке сильно положительно коррелировала с массой одного стебля ($r = 0,94 \pm 0,13$) и количеством зерен на метелке ($r = 0,72 \pm 0,13$), средне – с количеством колосков ($r = 0,59 \pm 0,13$), массой 1000 семян ($r = 0,44 \pm 0,11$), высотой растений ($r = 0,32 \pm 0,11$), плотностью метелки ($r = 0,54 \pm 0,13$). Отрицательную среднюю корреляцию выявили у количества растений и стеблей на 1 м² с кустистостью.

По сравнению с другими элементами урожайности, зерновка закладывается и формируется в конце онтогенеза в короткий промежуток

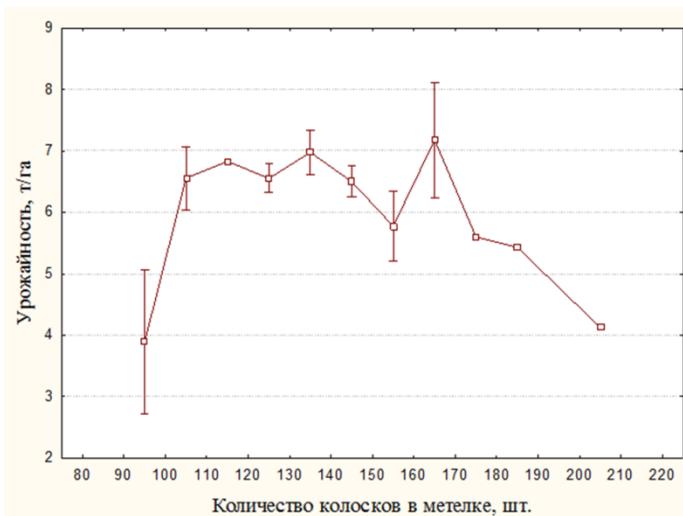


Рисунок 3. Зависимость урожайности от количества колосков на метелке образцов КП, 2019-2020 г.

времени, поэтому снижение ее массы не компенсируется остальными компонентами урожая. Колебания массы 1000 зерен в контрольном питомнике были значительными и составляли от 22,1 до 36,1 г, в среднем 27,7 г, что ниже стандарта Южанин – 29,5 г. Этот признак имел среднюю положительную корреляцию с урожайностью ($r = 0,44 \pm 0,07$), массой зерна с метелки ($r = 0,44 \pm 0,11$), массой 1 стебля ($r = 0,51 \pm 0,11$) и высотой растений ($r = 0,32 \pm 0,08$). С остальными признаками связь отсутствовала или была слабая отрицательная.

Высокую урожайность (свыше 7 т/га) показывали образцы с массой 1000 зерновок более 30 г (рис. 4). Неплохую продуктивность показал образец Дон 7845 (Боярин х Девзра) с массой 1000 зерен 34,1 г, сформировав урожайность 7,21 т/га. Дальнейшее увеличение массы зерна вело к уменьшению урожайности.

Число стеблей с метелками на 1 м² колебалось у образцов от 140 до 424 (в среднем 249,1), влияя на урожайность. Наибольшая урожайность зерна формировалась когда продуктивный стеблестой составлял 300-350 стеблей на 1 м² (рис. 5).

Выводы. Наибольшая урожайность зерна риса определяется оптимальными значениями признаков: высота – 75-90 см, длина метелок – 12,5-13,5 см, количество колосков на метелке – 160-170 шт., масса 1000 зерен – более 30 г, количество продуктивных стеблей на 1 м² – 300-350 шт.

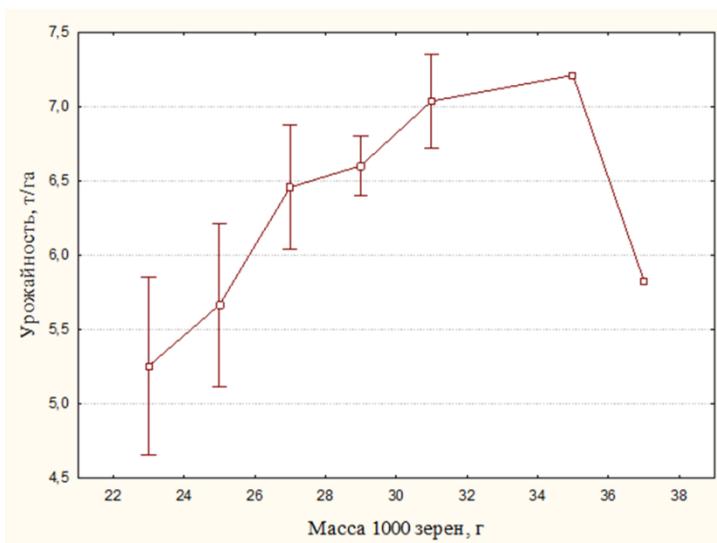


Рисунок 4. Зависимость урожайности от массы 1000 зерновок образцов КП, 2019-2020 гг.

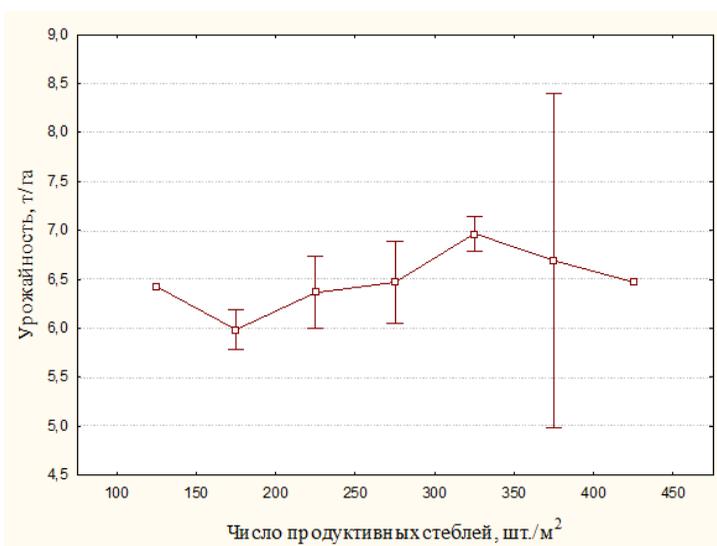


Рисунок 5. Зависимость урожайности риса от числа продуктивных стеблей на 1 м²

Малое количество растений можно компенсировать в ходе онтогенеза повышением кустистости, количества колосков в метелке, небольшое число колосков – увеличением массы 1000 зерен. Следовательно, новые сорта должны незначительно снижать массу зерен на метелках при увеличении нормы высева и густоты стеблестоя.

Список использованной литературы:

1. Методики опытных работ по селекции, семеноводству и контролю за качеством семян. – Краснодар, 1972. – 155 с.
2. Atlin, G.N., Cairns J.E., Das B. Rapid breeding and varietal replacement are critical to adaptation of cropping systems in the developing world to climate change. *Global Food Security*, 2017. – 12. – P. 31–37. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2017.01.008>
3. Akinwale M.G., Gregorio G., Nwilene F., Akinyele B.O., Ogunbayo S.A., Odiyi A.C. Heritability and correlation coefficient analysis for yield and its components in rice (*Oryza sativa* L.) / *African Journal of Plant Science*, 2011. – 5(3). – P. 207–212.
4. Akhtar N., Nazir M.F., Rabnawaz A., Mahmood T., Safdar M.E., Asif M., Rehman A. Estimation of heritability, correlation and path coefficient analysis in fine grain rice (*Oryza sativa* L.) / *The Journal of Animal & Plant Sciences*, 2011. – 21(4). – P.660–664.
5. Bai N.R., Devika R., Regina A., Joseph C.A. Correlation of yield and yield components in medium duration rice cultivars. *Environ. Ecol.*, 1992. – 10. – P.469–470.
6. Dingkuhn M., Laza M.R.C., Kumar U., Mendez K.S., Collard B., Jagadish K., Sow A. Improving yield potential of tropical rice: Achieved levels and perspectives through improved ideotypes. *Field Crops Research*, 2015. – 182. P.43–59. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2015.05.025>
7. Global Rice Science Partnership. Rice almanac (4th ed.). Los Baños, Philippines: IRRI, 2013.
8. Hay R.K.M. Harvest index: A review of its use in plant breeding and crop physiology. *Annals of Applied Biology*, 1995. – 126. – P. 197–216. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.1995.tb05015.x>
9. Kropff M.J., Cassman K.G., Peng S., Matthews R.B., Setter T.L. Quantitative understanding of yield potential. In K. G. Cassman (Ed.), *Breaking the yield barrier*. Los Baños, Philippines: IRRI, 1994. – P. 21–38.
10. Peng S., Khush G.S., Virk P., Tang Q., Zou, Y. Progress in ideotype breeding to increase rice yield potential. *Field Crops Research*, 2008. – 108. – P. 32–38. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2008.04.001>
11. Prasad G.S.V., Prasad A.S.R., Sastry M.V.S., Srinivasan T.E. Genetic relationship among yield components in rice (*Oryza sativa* L.). / *Indian J. Agric. Sci.*, 1988. – 58(6). – P.470–472.
12. Sharma R.S., Choubey S.D. Correlation studies in upland rice. / *Indian J. Agron.*, 1985. – 30(1). – P.87–88.
13. Sürek H., Korkut K.Z. Diallel analysis of some quantitative characters in F₁ and F₂ generations in rice (*Oryza sativa* L.) / *Egyptian J. Agric. Res.*, 1998. – 76(2). – P.651–663.
14. Yoshinaga S., Takai T., Arai-Sanoh Y., Ishimaru T., Kondo M. Varietal differences in sink production and grain-filling ability in recently developed high-yielding rice (*Oryza sativa* L.) varieties in Japan. *Field Crops Research*, 2013. 150. P.74–82. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2013.06.004>

DOI: 10.33775/conf-2021-81-88

УДК 631.524.022

**ВАРЬИРОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ БЕЛКА В СЕМЕНАХ СОИ В
ЗАВИСИМОСТИ ОТ МЕСТ РЕПРОДУКЦИИ**

Зима Д.Е.

ФГБНУ «ФНЦ риса», ООО Компания «СОКО»

Аннотация. В течение последних 5 лет посевные площади сои в России, увеличились на 33,4 % (800 тыс. га). В 2020 году посевных площади составили 2,83 млн. га. Повышение посевных площадей сои за последние 5 лет обуславливается высокой рентабельностью культуры и ее уникальным биохимическим составом семян. В статье представлены данные по варьированию содержания белка сои из разных местах репродукции.

Ключевые слова: соя, содержание белка, сорт Бара, Арлета, Спарта, варьирование содержания.

DOI: 10.33775/conf-2021-81-88

UDC 631.524.022

**VARIATION OF THE PROTEIN CONTENT IN SOYBEAN SEEDS
DEPENDING ON THE PLACE OF REPRODUCTION.**

Zima D.E.

FSBSI «Federal Scientific Rice Centre», Company «SOKO» llc

Abstract. Over the past 5 years, the sown area of soybeans in Russia has increased by 33.4% (800 thousand hectares). In 2020, the sown area amounted to 2.83 million hectares. The increase in soybean acreage over the past 5 years is due to the high profitability of the crop and its unique biochemical composition of seeds. The article presents data on the variation in the protein content of soybeans from different reproduction sites.

Key words: soybean, protein content, variety Bara, Arleta, Sparta, content variation.

Соя – зернобобовая культура, сочетающая повышенное содержание белка (38 - 42 %) и масла (17-24 %). [7]. Биохимические показатели в семенах сои могут варьировать как от природно-климатических условий, так и генетических особенностей. При размещении одного и того же сорта сои в разных географических зонах содержание протеина и масла в зерне может изменяться [3,8,9].

Варьирование белка в семенах сои, посеянных в одном месте, значительно ниже, чем при посеве в разных экологических зонах. Так в исследованиях В.Б. Енкена, содержание белка в семенах у сортов сои, выращенных в разных местах репродукции, изменялось в пределах 11,5 - 16,2 %, тогда как различия по сортам в одном районе была меньше (3,8 - 9,3 %) [2].

Большинство ученых, отмечали, что погодные условия года в значительной степени влияют на биохимический состав семян сои, в частности температура воздуха и количество осадков в летне-осенний период. Американские ученые установили, что синтез белка и масла максимально эффективно происходит при температуре +30°C днем и +22°C ночью [10]. Однако в естественных полевых условиях погодные факторы складываются различным образом и зачастую не соответствуют оптимальным для формирования высококачественных семян по биохимическому составу.

По мнению большинства авторов, содержание протеина в семенах, выращенных в года с высокими среднесуточными температурами и малым количеством осадков за год, формируется больше белка, чем масла [5, 6].

Цель исследования – определить диапазон варьирования содержания белка у сортов сои из разных местах репродукции и определить районы, подходящие для получения высокобелковых семян сои, а также проанализировать реакцию сортов на изменение условий выращивания.

Материал и методы. В соответствии с поставленной целью, объектами исследования были семена сортов сои отечественной селекции ООО Компания «СОКО» (Бара, Арлета, Спарта, СК Оптима) урожая 2018-2020 гг., полученные из различных природно-климатических условий Краснодарского и Ставропольского края, Липецкой области.

Содержание белка в семенах определяли на спектрометре FT-NIR «TANGO» в ближней инфракрасной области. Данные по содержанию белка представлены в расчёте на абсолютно сухую массу семян. Статистическую обработку результатов исследований проводили согласно методике в изложении Б.А. Доспехова [1].

Результаты исследований. По продолжительности вегетационного периода анализируемые сорта сои делаться на три группы: ультраскороспелая, скороспелая и раннеспелая.

Первая группа представлена сортом Бара, во вторую вошли сорта Арлета и Спарта, а в третью группу – СК Оптима.

Содержание белка у сорта Бара по годам варьировало незначительно в пределах 0,6 % (табл.1). Максимальное содержание протеина в семенах – 38,2 % сформировалось в 2019 году.

Таблица 1. Варьирование содержание белка в семенах у сорта сои Бара по районам выращивания за 2018-2020 гг.

Год	Содержание белка по районам, %				
	Динской ¹	Усть-Лабинский ¹	Тимский ²	Хлевенский ³	среднее
2018	37,8	38,7	33,9	38,1	37,1
2019	37,4	38,6	36,5	40,1	38,2
2020	37,5	38,6	34,7	40,0	37,7
Среднее:	37,5	38,6	35,0	39,4	37,6
Максимальная разница, %	0,4	0,1	2,6	2,0	0,6
Коэффициент варьирования, V, %	0,5	0,2	3,8	2,9	1,5

¹ – Краснодарский край; ² – Курская область; ³ – Липецкая область

Семена сои, выращенные в Динском и Усть-Лабинском районе, каждый год формировали примерно одинаковое количество белка в семенах (37-38 %). Максимальная разница по годам в Динском районе достигала – 0,4 %, а в Усть-Лабинском – 0,1 %. Статистический анализ показал отсутствие изменчивости признака в изучаемых районах, коэффициент вариации оказался не существенным (0,2-0,5 %).

В Курской и Липецкой области, сорт Бара показал большую изменчивость признака. Максимальное содержание белка в Центрально-Чернозёмном районе сформировалось в 2019 году – 40,1 %, а минимальное – 33,9 % в 2018 году в Тимском районе, Курской области. Наибольшая разница между среднегодовыми значениями в Липецкой области достигала 2 %. Максимальная разница в Тимском районе составила 2,6 %.

Исходя из вышесказанного можно сделать вывод, что выращивание сорта Бара в Курской области, ведет к снижению содержание белка в семенах из-за более низких температур во время вегетации растений, а условия южной части Липецкой области способствуют

его увеличению. Семена ультраскороспелого сорта сои Бара, выращенные в центральной зоне Краснодарского края, способны сформировать 37-39 % белка.

Для производства семян сои сорта Бара с максимальным содержанием белка в семенах наиболее рационально использовать земли Усть-Лабинского и Хлевенского района.

Биохимический анализ семян скороспелого сорта сои Арлета показал большую вариативность признака как по годам, так и по районам выращивания. Наибольшее количество белка в семенах сформировалось в 2019 году – 41,3 %, минимальное в 2020 году – 34,5 % (табл. 2). Разница по годам составила - 6,8 %. Коэффициент варьирования в среднем составил 8,9 %.

Таблица 2. Варьирование содержание белка в семенах у сорта сои Арлета по районам выращивания за 2018-2020 гг.

Год	Содержание белка по районам, %				
	Динской ¹	Усть-Лабинский ¹	Кочубеевский ⁴	Новокубанский ¹	среднее
2018	41,6	39,2	36,1	36,9	38,5
2019	42,1	41,1	44,7	37,4	41,3
2020	36,4	36,2	36,7	30,8	34,5
Среднее	40,0	38,8	39,2	35,0	38,3
Максимальная разница, %	5,7	4,9	8,6	8,6	6,8
Коэффициент варьирования, V, %	7,8	6,4	12,3	14,1	8,9

¹ – Краснодарский край; 4 – Ставропольский край

Анализ по районам выращивания показал, что повышенное содержание белка в семенах сформировалось в Динском районе – 40 %, а минимальное в Новокубанском районе – 35,0 %. Однако рассматривая биохимические показатели по районам, максимальное количество протеина сорт смог сформировать в Кочубеевском районе в 2019 году (44,7 %), что на 3,4 % больше среднего значения. Максимальная разница по районам варьировала в пределах 4,9-8,6 %. Коэффициент варьирования по районам был существенным (6,4-14,1 %). Благопри-

ятым для формирования повышенного содержания белка в семенах у сорта Арлета оказался Динской район. Изменение содержания белка в семенах по районам и годам свидетельствует о высокой восприимчивости сорта к изменению условий выращивания.

Скороспелый сорт сои Спарта за время проведения исследования в среднем показал низкое содержание белка. Максимальное количество белка в семенах было получено в 2019 году (37,8%), в целом содержание протеина в семенах варьировало в пределах 33,9-39,5 %. Максимальная разница по районам достигала 4,3 % в Усть-Лабинском районе (табл. 3).

Таблица 3. Варьирование содержание белка в семенах у сорта сои Спарта по районам выращивания за 2018-2020 гг.

Год	Содержание белка по районам, %					Среднее по годам
	Динской ¹	Усть-Лабинский ¹	Успенский ¹	Курганинский ¹	Новокубанский ¹	
2018	36,4	36,5	36,2	35,6	34,9	35,9
2019	36,7	38,2	36,8	39,5	37,7	37,8
2020	34,3	33,9	36,4	35,7	34,3	34,9
Среднее	35,8	36,2	36,5	36,9	35,6	36,2
Максимальная разница, %	2,4	4,3	0,6	3,9	3,4	2,9
Коэффициент варьирования, V, %	3,7	5,9	0,8	6,0	5,1	4,1

¹ – Краснодарский край

Свыше 39 % белка в семенах было получено в 2019 году в Курганинском районе. Наибольшее количество протеина в семенах сорт Спарта показал в Курганинском районе – 36,9 %, нижний уровень признака наблюдался в Динском районе – 35,8 %.

Содержание белка в семенах у скороспелых сортов сои зависело в большей степени от генотипа, чем от условий выращивания. Так сорт Арлета сформировал в семенах больше белка на 2,1 %, чем сорт Спарта, однако сорт сои имел большую вариативность признака по годам. Наибольшую адаптивность к условиям выращивания показал сорт Спарта при пониженном содержании белка, он формировал достаточно стабильное количество протеина по годам.

Анализируя раннеспелую группу сортов сои, наблюдается большое разнообразие по местам репродукции. Сорт сои СК Оптима высевался в 7 районах Краснодарского края. Согласно общему тренду, максимальное количество белка в семенах наблюдается в 2019 году по всем районам края. В среднем по годам разница достигала 5 % (табл. 4). Повышенные значения коэффициента вариации говорят о том, что сорт достаточно восприимчив к изменению природно-климатических условий как годам, так и районам выращивания.

Таблица 4. Варьирование содержания белка в семенах у сорта сои СК Оптима по районам выращивания за 2018-2020 гг.

Год	Содержание белка по районам, %							Среднее по году
	Ги-гинский ¹	Гулькевичский ¹	Динской ¹	Курганинский ¹	Новокубанский ¹	Отраденненский ¹	Усть-Лабинский ¹	
2018	39,1	39,3	40,0	35,8	36,7	38,4	39,1	38,3
2019	39,3	42,0	38,3	39,8	40,2	40,9	40,4	40,1
2020	30,3	37,4	35,3	35,9	34,8	36,5	35,5	35,1
Среднее	36,2	39,6	37,9	37,2	37,2	38,6	38,3	37,9
Максимальная разница, %	9,0	4,6	4,7	4,0	5,4	4,4	4,9	5,0
Коэффициент варьирования, V, %	14,2	5,8	6,3	6,1	7,4	5,7	6,6	6,7

¹-Краснодарский край

Максимальная вариативность признака была установлена в Гиагинском районе. Содержание белка в среднем по району составило – 36,2 %, максимальная разница по годам достигала 9 %, а коэффициент варьирования – 14,2 %.

Повышенное содержание белка относительно средних многолетних данных сформировалось в Гулькевичском районе – 39,6 %, что на 1,7 % больше среднего значения. Проведя анализ, можно утверждать, что сорт сои СК Оптима достаточно существенно изменяет процент белка в семенах при изменении мест репродукции.

Ранжирование по годам всех сортов сои показало, что природно-климатические условия 2019 года, обеспечили максимальный уровень

белка в семенах – 39,7 %, за счет более выгодного распределения осадков во время вегетации (рис.) (в 2019 году в мае выпало 85,3 мм).

Анализируя распределение осадков во время вегетации растений по годам, наибольшее количество выпало в мае 2019 года (85,3 мм.) В последующие месяцы 2019 года зафиксировано снижение количества осадков. В 2020 и 2018 году максимум наблюдается в июле во время формирования и налива бобов у сои. По литературным данным сопоставление процента белка в семенах с урожайностью показывает наличие достаточно тесной связи [4]. Вероятнее всего осадки, выпавшие в июле, создали более благоприятные условия для формирования повышенного урожая, в результате чего процент белка оказался невысоким.

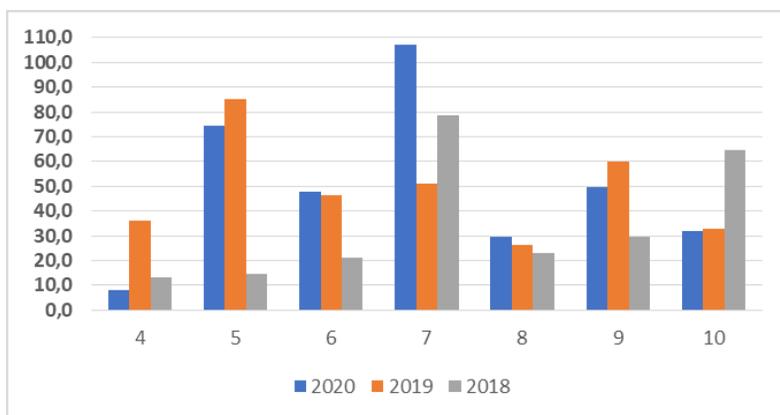


Рисунок. Количество выпавших осадков за период вегетации сои, мм

Анализируя распределение осадков во время вегетации, можно предположить, что большее влияние на содержание белка в семенах оказывает распределение осадков в период вегетации, нежели общее количество осадков за период.

Таким образом, оценка содержания белка в семенах сои, выращенных в разных районах, свидетельствует о том, что по причине неоднородности складывающихся условий, сорта накапливают разное количество белка. При этом для каждой группы сортов были

установлены перспективные районы для получения повышенного содержания белка в семенах.

Для первой группы изучаемых сортов благоприятными являются условия Усть-Лабинского района, Краснодарского края и Хлебенского района, Липецкой области. Второй группе сортов подходят Курганенский и Динской район Краснодарского края. Для раннеспелых сортов сои подходит Гулькевический район, Краснодарского края способствующий формированию максимального количества белка в семенах.

Минимальный процент белка у сортов сформировался в Новокубанском, Успенском и Тимском районе. Среди изученных сортов самым стабильным по накоплению белка в семенах оказался сорт Бара, а самым изменчивым сорт Арлета.

Список литературы

1. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта/ Б.А. Доспехов - М.: Колос, 1985. – 381
2. Енкен, В.Б. Соя. / В.Б. Енкен. М.: Гос. изд-во с.-х. лит-ры, 1959. 653 с.
3. Иванов, Н.Н. Биохимические основы селекции растений / Н.Н. Иванов // Теоретические основы селекции растений. –М.: Л, 1935. –Т.1. –С. 991-1016
4. Кочегура, А. В. Селекция сои на повышение сбора белка с гектара. Диссертация на соискание ученой степени кандидата с-х наук. Краснодар. 1982. – 147 с.
5. Мякушко, Ю.П. Селекция и семеноводство сои на Северном Кавказе. Диссертация на соискание ученой степени доктора с.-х наук. Ленинград. 1975. -204 с.
6. Омелянюк Л. В., Юсова О. А., Козлова Г. Я., Асанов А. М. Урожайность и качество зерна сортов сои в условиях южной лесостепи Западной Сибири // Вестник Алтайского государственного аграрного университета, № 11 (109), 2013, -С. 26-29.
7. Петибская, В.С. СОЯ: ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ/ Под редакцией академика РАСХН, д-ра с.-х. наук В.М. Лукомца. - Майкоп: ОАО «Полиграф-ЮГ», 2012. -432с.
8. Фадеева, А.Н. Изменчивость содержания белка в семенах зернобобовых культур // Зернобобовые и крупяные культуры, № 1 (5), 2013, -С. 33-36.
9. Dombos D.L., Miller R.E. Soybean seed protein and oil contents and fatty acid composition adjustments by drought and temperature // J.Amer. Oil Chem. Soc.- 1992.- №3(69).- P. 228-231.
10. Shumwans, C.R. Effect of temperature on protein and oil content in soybean seeds / C.R. Shumwans, M.E. Westgate // American soc. Agron. Annual meet. –Medison, 1991. –P. 133.

DOI: 10.33775/conf-2021-89-93
УДК 633.18:57:632.7

**ТАМОЖЕННОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО В РАМКАХ СТРАН
ЧЛЕНОВ ЕАЭС. НОВОЕ В 2020, 2021 гг.**

Туманьян Н.Г.

*ФГБНУ «Федеральный научный центр риса» г. Краснодар
E-mail: TNGerag@yandex.ru*

Резюме. Представлены данные о новом в области технического регулирования для обеспечения таможенного сотрудничества в ЕАЭС. Показана роль стандартизации, антимонопольной политики в рамках ТС, перспективы деятельности ТК 002.

Ключевые слова: техническое регулирование, стандартизация, межгосударственные стандарты, Единое экономическое пространство.

DOI: 10.33775/conf-2021-89-93

UDC 633.18:57:632.7

**CUSTOMS COOPERATION WITHIN THE FRAMEWORK OF
THE EAEU MEMBER STATES. NEW IN 2020, 2021**

Tumanian N.G.

FSBSI "Federal Scientific Rice Centre", Krasnodar

Summary. Data on new developments in the field of technical regulation for ensuring customs cooperation in the EAEU are presented. The role of standardization, antimonopoly policy within the CU, and the prospects of TC 002 activity are shown.

Keywords: technical regulation, standardization, interstate standards, Common economic space.

Развитие интеграции в сфере таможенного сотрудничества является определяющим в международной торговле. Единая таможенная территория, Таможенный союз, были созданы в октябре 2007 года. В рамках Евразийского экономического сообщества, ЕАЭС развиваются процессы технического регулирования движения и перемещения товаров и услуг, увеличивается эффективность таможенного контроля, оптимизируется транспортно-логистическая система в пространстве ЕЭП и т. п. С 2010 г. начал действовать ТС Республики Беларусь, Республи-

ки Казахстан и РФ, с 2012 года на основе 17 базовых международных договоров и соглашений функционирует ЕЭП – Единое экономическое пространство. Таможенные службы ЕАЭС взаимодействуют в форме Объединенной коллегии таможенных служб государств-членов [1, 2].

Цель исследований. Провести оценку результатов и перспектив решений ЕАЭК в части таможенного сотрудничества и технического регулирования в 2020 и 2021 гг.

Результаты исследований. В 2020, 2021 гг. на основе введение новых законодательных актов и решений стран-членов ЕАЭС получило свое развитие таможенное сотрудничество ЕАЭС. На основе таможенного сотрудничества продолжилась унификация законодательства стран ЕАЭС. В 2020 г. продолжилась разработка и введение в действие новых документов по оптимизации таможенных взаимоотношений стран участниц, в рамках нормативно-технической базы ЕАЭС.

Техническое регулирование в структуре Евразийской экономической комиссии реализовано на базе Высшего евразийского экономического совета, в состав которого входит Евразийская экономическая комиссия с аппаратом Коллегии и Совета. Направление деятельности, составляющие Техническое регулирование, включают в себя: техническое нормирование, стандартизацию, аккредитацию, оценку соответствия, обеспечение единства измерения, государственный контроль (надзор), формирование общих рынков лекарственных средств, формирование общих рынков медицинских изделий, санитарные меры, ветеринарно-санитарные меры, карантинные санитарные меры, защита прав потребителей.

Совет Комиссии утверждает единый перечень продукции, в отношении которой устанавливаются обязательные требования; Технические регламенты; Порядок разработки, принятия, внесения изменений и отмены технических регламентов; План разработки технических регламентов и внесения в них изменений; Единый перечень продукции (товаров), подлежащих государственному санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю); Единый перечень товаров, подлежащих ветеринарному контролю (надзору); Единый перечень карантинных объектов Союза. Коллегия комиссии утверждает Перечни стандартов к техническим регламентам; Единые формы документов об оценке соответствия и правил их оформления; Решения о переходных положениях технических регламентов; Единых форм ветеринарных сертификатов; Единых санитарно-эпидемиологических и

гигиенических требований; Единых ветеринарных (ветеринарно-санитарных) требований.

В рамках Технического регулирования движущим элементом является система стандартизации. Основной характеристикой является переход к перспективным стандартам с учетом требований международных стандартов. Формирование единых требований в рамках ЕАЭС завершится в течение последних двух лет. В настоящее время 49 принятых технических регламентов обеспечивают более 85 % взаимопоставляемой продукции. Утверждены перечни стандартов к 40 ТР ЕАЭС; программы разработки ГОСТ СНГ к 40 ТР ЕАЭС. К 43 техническим регламентам утверждены перечни стандартов, которые включают более 12 000 документов в области стандартизации.

За три года, с 2016 и по 2018 гг. Техническим комитетом 002 «Зерно, продукты его переработки и маслосемена» разработано и принято 18 межгосударственных стандартов, 5 – на методы испытаний [3].

Приказом от 1 ноября 2019 года №2612 Росстандартом утверждена Программа национальной стандартизации на 2020 год (ПНС-2020). В соответствии с Программой осуществлялась работа более, чем над 5 400 документами по стандартизации, из которых более 2 000 было запланировано к утверждению на 2020 год, при количестве новых тем - 2 014.

С 1 января 2020 г. вводится в действие два технических регламента: «О безопасности упакованной питьевой воды, включая природную минеральную воду» и «О безопасности нефти, подготовленной к транспортировке и (или) использованию».

В январе 2021 г. Коллегия Евразийской экономической комиссии утвердила Рекомендацию «О принципах и подходах в отношении применения риск-ориентированного подхода в сфере государственного контроля (надзора) за соблюдением требований технических регламентов Евразийского экономического союза», что поможет предотвратить выпуск в обращение на рынке Союза продукции, не соответствующей требованиям технических регламентов ЕАЭС. В мае 2021 г. поддержаны изменения в Порядок разработки, принятия, изменения и отмены технических регламентов ЕАЭС. Коллегия ЕЭК одобрила проект решения Совета ЕЭК «Цифровое техническое регулирование ЕАЭС».

Совет Евразийской экономической комиссии в марте 2021 г. принял решение о пересмотре перечней развивающихся и наименее развитых стран – пользователей единой системы тарифных преферен-

ций Евразийского экономического союза. В марте же принята базовая технологическая организационная модель системы маркировки товаров средствами идентификации в Евразийском экономическом союзе. Интенсифицируется работа по разработке новых подходов к антимонопольному комплаенсу на основе системы стандартизации, что соответствует нормам антимонопольного законодательства. В декабре 2020 г. Коллегией Евразийской экономической комиссии рассмотрены вопросы в сфере технического регулирования, в частности, утверждена программа по разработке межгосударственных стандартов для техрегламента «Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств».

ТК 002 «Зерно, продукты его переработки и маслосемена» по ПНС – 2020-2021 годы проводит работы по разработке, пересмотру и актуализации стандартов:

- ГОСТ «Гречиха. Технические условия»;
- ГОСТ «Мука и отруби. Методы определения цвета, запаха, вкуса и хруста»;
- ГОСТ «Крупка пшеничная дробленая. Технические условия»;
- ГОСТ «Крупа. Методы определения зольности»;
- ГОСТ «Крупа ячменная. Технические условия»;
- ГОСТ «Крупа кукурузная. Технические условия»;
- ГОСТ Р «Сухая пшеничная клейковина для хлебопечения. Технические условия»;
- ГОСТ Р «Мука из мягкой пшеницы, обогащенная сухой пшеничной клейковиной. Технические условия»;
- ГОСТ Р «Мука пшенично-тритикалевая. Технические условия»;
- ГОСТ Р «Мука пшенично-тритикалево-ржаная. Технические условия».

Предусмотрена разработка 130 межгосударственных стандартов, в том числе одного – на основе международных стандартов ISO, двух – на основе региональных стандартов EN, 24 – на основе национальных (государственных) стандартов.

В конце 2020 г. Евразийская экономическая комиссия провела тематическое исследование в рамках подготовки стратегического плана развития таможенного регулирования до 2025 года с целью анализа текущего развития таможенного администрирования и регулирования, а также перспектив его совершенствования в государствах-членах ЕАЭС. Совет ЕАЭК на заседании в октябре 2020 г. рассмотрел ход

доработки проекта Стратегических направлений развития евразийской экономической интеграции до 2025 года. Ранее был одобрен документ в целом и было поручено правительствам стран-участниц его доработать. Удалось достичь консенсуса по 28 пунктам, затем по 9, по которым у сторон оставались разногласия. Стратегические направления состоят из общих (концептуальных) положений и 330 мер и механизмов, сгруппированных в 11 системных блоков и раскрывающих положения Декларации о дальнейшем развитии интеграционных процессов в рамках ЕАЭС: завершение формирования общих рынков товаров, услуг, капитала и рабочей силы; повышение эффективности регулирования общего рынка ЕАЭС; перевод на качественно более высокий уровень таможенного регулирования и администрирования; обеспечение гарантий качества и безопасности товаров; формирование цифрового пространства ЕАЭС; создание механизмов целевого содействия экономическому развитию; выстраивание системы управления совместными кооперационными проектами, развитие высокопроизводительных секторов; стимулирование научно-технического прогресса; повышение эффективности институтов ЕАЭС; развертывание механизмов сотрудничества в области образования, здравоохранения, туризма и спорта; становление ЕАЭС в качестве одного из наиболее значимых центров развития современного мира [4].

Таким образом, в 2020, 2021 гг. продолжается эффективная работа по разработке и согласованию проектов международных соглашений в ЕАЭС в сфере безопасности продукции, создания системы цифровых сервисов в сфере технического регулирования, гармонизации законодательств и нормативных актов стран членов ЕАЭС по надзору и устранению технических барьеров.

Библиографический список

1. Договор об Объединенной коллегии таможенных служб государств-членов Таможенного союза от 22 июня 2011 года [Электронный ресурс] // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации [Официальный сайт]. Дата обращения 23.03.2020г. URL: <http://docs.cntd.ru/document/902307893>.
2. Малышев Д.В. От Таможенного Союза и Единого экономического пространства к Евразийскому союзу: основные направления интеграции на территории СНГ // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 25. Международные отношения и мировая политика. - 2012. - № 1. – С. 74-94.
3. Мелешкина Е.П., Бундина О.И. Введение новых ГОСТов на зерно ржи и ржаную муку // Хлебопродукты. — 2019. — № 6. — С. 25–28.
4. Совет ЕЭК согласовал еще 28 пунктов проекта Стратегии-2025. Дата обращения 03.06.2021 г. <http://www.eurasiancommission.org/ru/nae/news/Pages/01-10-2020-3.aspx>.

DOI: 10.33775/conf-2021-94-96

УДК 633.18:631.52:631.523

ХАРАКТЕРИСТИКА НОВЫХ СОРТОВ РИСА РОССИЙСКОЙ СЕЛЕКЦИИ УРОЖАЯ 2020 Г. ПО ПРОБЕ ЛИТТЛА И ПОКАЗАТЕЛЯМ ВАРКИ

Кумейко Т. Б.

ФГБНУ «Федеральный научный центр риса», г. Краснодар

E-mail: tatkumejko@yandex.ru

Аннотация. Дана оценка новым сортам риса российской селекции (Рапан, Альянс, Велес, Каурис, Сигнал, Ленарис) по пробе Литтла с целью выделения источников признаков в селекционном процессе создания сортов для определенного вида кулинарных блюд традиционных кухонь различных стран мира.

Ключевые слова: рис, ЛИТТЛ, российская селекция, кулинарные характеристики, Альянс, Велес, Рапан.

DOI: 10.33775/conf-2021-94-96

UDC 633.18:631.52:631.523

CHARACTERISTIC OF NEW RUSSIAN RICE VARIETIES HARVESTED IN 2020 BY LITTLE'S SAMPLE AND COOKING INDICATORS

Kumeiko T.B.

FSBSI «Federal Scientific Rice Centre», Krasnodar

E-mail: tatkumejko@yandex.ru

Abstract. New rice varieties of Russian selection (Rapan, Alliance, Veles, Kauris, Signal, Lenaris) were evaluated using the Little sample in order to identify sources with high nutritional values for a certain type of culinary dishes of various traditional cuisines.

Key words: rice, LITTLE, Russian breeding, cooking characteristics, Alliance, Veles, Rapan.

Рис обеспечивает примерно 25 % потребления калорий в мире и около 75 % в развивающихся странах [1]. Кулинария – главное условие существования человека. Собраны, созданы тысячи блюд: супы, каши, салаты, пловы, пудинги, запеканки и многое другое, для приготовления, которых используется крупа риса различных сортов.

Рис занимает важное место в кухне многих народов мира, так как это основной продукт питания 2/3 населения Земли [2]. Проба Литтла (щелочная проба) и показатели варки каши - методы по которым определяют сорта риса для приготовления различных видов рисо-продуктов и кулинарных изделий.

Цель исследования. Оценить кулинарные характеристики новых сортов риса российской селекции Рапан, Альянс, Велес, Каурис, Сигнал, Ленарис урожая 2020 г.

Материалы и методы исследования. Материалом исследований служило зерно риса новых сортов российской селекции Рапан (стандарт), Альянс, Велес, Каурис, Сигнал, Ленарис, выращенных на РОС ОПУ ФГБНУ «ФНЦ риса» в экологическом сортоиспытании, урожаем 2020 г. Кулинарные достоинства сортов определяли по щелочной пробе Литтла, проводили оценку действия на ядра риса раствором щелочи 1,7 % КОН в соответствии по данным шкалы [3, 4]. Органолептические признаки и кулинарные достоинства сортов риса по варке каши с использованием кашеварки АРК 2.

Результаты исследования. По щелочной пробе Литтла устанавливают устойчивость ядер при обработке раствором щелочи и различия между сортами риса. Результаты оценки по пробе Литтла новых сортов российской селекции, выращенных в 2020 г. представлены в таблице.

Таблица. Оценка сортов риса российской селекции по щелочной пробе Литтла, урожай 2020 г., ОПУ ФГБНУ «ФНЦ риса»

Сорт	Показатели пробы Литтла	
	шкала степени разрушения, балл, %	шкала степени прозрачности, балл, %
Рапан	2,6	1,9
Альянс	2,8	3,1
Велес	2,8	4,9
Каурис	2,4	2,0
Сигнал	3,4	2,9
Ленарис	3,9	3,1

Сорта риса, имеющие показатели 1-2 рекомендуются для приготовления ризотто, паэли, плова, гарниров к ним относятся Рапан и Каурис. Сорта риса, имеющие 3 балла и выше (Альянс, Велес, Сигнал, Ленарис) используют для приготовления каш и блюд Восточно-Азиатской кухни: роллы, суши, клецки или используют с

предварительной подготовкой рисопродукта для приготовления рассыпчатых гарниров.

Кулинария (варка каши). Дана характеристика органолептических показателей варки сортов. Крупа сорта риса Рапан: сваренные ядра – целые, недеформированные глянцевые, упругие с хорошим вкусом. Крупа сорта риса Альянс: сваренные ядра – глянцевые, клейкие целые (недеформированные). Крупа сорта риса Велес: сваренные ядра глянцевые, сохранена удлиненная форма, отличного вкуса. Крупа сорта риса Сигнал: сваренные ядра упругие, деформированные с небольшим количеством крахмального геля. Крупа сорта риса Ленарис: сваренные ядра плотные, вязковатые, со средним гелеобразным крахмалистым слоем. Крупа сорта риса Каурис: сваренные ядра суховатые, слегка распадаются, вязкие, имеют отличный вкус.

Выводы. Проведена оценка новых российских сортов урожая 2020 г. по пробе Литтла и показателям варки каши, установлены различия между новыми сортами риса, даны рекомендации для их использования в кулинарии. Сорта риса Рапан, Альянс, Велес, Каурис, Сигнал и Ленарис рекомендовано использовать в приготовлении блюд российской и зарубежной кухонь в соответствии с кулинарными достоинствами.

Литература

1. Туманьян, Н.Г. Кулинарные характеристики и пищевые достоинства сортов риса селекции ФНЦ риса / Н.Г. Туманьян, С.С. Чижикина, К.К. Ольховая // Рисоводство. – 2020. - № 2(47). – С. 29-36. (DOI 10.33775/1684-2464-2020-47-2-29-36).
2. Диетология риса / А.Х. Шеуджен, Е.М. Харитонов, В.А. Козырев, Г.А. Галкин [и др.]. Майкоп: ГРИПП «Адыгея», 2004. – 1079 с.
3. Кумейко, Т.Б. Определение кулинарных достоинств по пробе Литтла и содержанию амилозы у сортов риса зарубежной селекции / Т.Б. Кумейко, Н.Г. Туманьян, К.К. Ольховая // Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Современные проблемы АПК и перспективы развития» (Майкоп 10.2017- 27.10.2017). - Майкоп, 2017. – С. 160-164.
4. Кумейко, Т.Б. Характеристика сортов риса российской селекции по пробе Литтла / Т.Б. Кумейко, Н.Г. Туманьян // Сборник докладов Международной научно-практической конференции «Проблемы и перспективы научно-инновационного обеспечения агропромышленного комплекса регионов», 8-9 сентября 2020, Курск. - С. 54-56.

DOI: 10.33775/conf-2021-97-103

УДК 63.633.11

**ФОРМИРОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЗЕРНА
СОРТОВ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ
В ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЕ ЗАУРАЛЬЯ**

*Филиппова Е.А., Мальцева Л.Т., Банникова Н.Ю.,
Дробот И.А., Катаева Н.В.*

*ФГБНУ «Уральский федеральный аграрный научно-
исследовательский центр Уральского отделения Российской
академии наук», Екатеринбург, Россия*

Аннотация. Урожайность – один из основных критериев при оценке сортов селекционерами и товаропроизводителями. В статье приведены данные по урожайности различных сортов яровой мягкой пшеницы.

Ключевые слова: зерно, физические свойства, яровая мягкая пшеница, Лента 45, Новосибирская 41, раннеспелая группа, среднеспелая группа.

DOI: 10.33775/conf-2021-97-103

UDC 63.633.11

**FORMATION OF PHYSICAL GRAIN PROPERTIES OF SPRING
SOFT WHEAT VARIETIES IN THE FOREST-STEPPE ZONE OF
THE TRANS-URALS**

*Filippova E.A., Maltseva L.T., Bannikova N.Yu.,
Drobot I.A., Kataeva N.V.*

*FSBSI "Ural Federal Agrarian Research Center of the Ural Branch of the
Russian Academy of Sciences", Yekaterinburg, Russia*

Abstract. Productivity is one of the main criteria when evaluating varieties by breeders and producers. The article provides data on the yield of various varieties of spring soft wheat.

Key words: grain, physical properties, spring soft wheat, Lenta 45, Novosibirskaya 41, early-ripening group, medium-ripening group.

Наиболее ценными являются сорта, сочетающие высокую урожайность, качество зерна с наименьшим размахом варьирования признаков в зависимости от климатических факторов [1]. Для создания

таких сортов требуется подбор исходного материала по наиболее выраженным селективируемым признакам.

В исследованиях 2018-2020 гг. представлены три биотипа сортов яровой мягкой пшеницы: раннеспелые – 19 сортов, среднеспелые – 23, среднепоздние – 16. Определены физические свойства зерна, непосредственно влияющие на его технологическое использование в мукомольной и хлебопекарной промышленности. В селекции предоставляется возможность подбора доноров с комплексом высоких показателей.

В раннеспелой группе наиболее высокую и стабильную урожайность показали сорта: Лента 45, Новосибирская 41, Экстра с урожайностью 27,2 - 28,8 ц/га, что выше стандарта Омская 36 на 0,9-2,5 ц/га, с более низким по сравнению с другими сортами коэффициентом вариации по годам 22,4-22,8 % (табл. 1). В засушливый год (2020) выделены сорта: Новосибирская 18, Саратовская 75 (21,2 ц/га).

Таблица 1. Урожайность сортов раннеспелой группы, 2018-2020 гг., ц/га

Сорт	2018	2019	2020	\bar{x}	\pm к ст.	V, %
Омская 36, стандарт	27,9	30,3	20,6	26,3	ст.	21,9
Фора	27,5	24,3	17,5	23,1	-3,2	25,2
Мальцевская 110	27,5	27,1	17,8	24,1	-2,2	24,5
Исеть 45	28,4	26,5	18,3	24,4	-1,9	24,5
Лента 45	29,3	34,0	19,3	27,5	1,2	22,1
Боевчанка	26,2	26,8	16,2	23,1	-3,2	26,1
Уральская кукушка	26,8	24,7	20,1	23,9	-2,4	25,4
Новосибирская 16	29,0	27,1	17,2	24,4	-1,9	25,7
Новосибирская 18	28,5	29,4	21,2	26,4	0,1	24,1
Новосибирская 41	39,9	29,4	17,1	28,8	2,5	22,8
Обская 2	28,1	29,5	19,3	25,6	-0,7	23,5
Рикс	29,2	28,1	16,8	24,7	-1,6	25,0
Тарская 12	21,6	28,2	16,3	22,0	-4,3	28,5
ОМГАУ-90	23,2	28,8	14,7	22,2	-4,1	28,8
Памяти Леонтьева	25,2	29,2	18,2	24,2	-2,1	26,3
Оренбургская 23	25,6	27,0	18,4	23,7	-2,6	28,5
Экстра	35,1	31,4	15,0	27,2	0,9	27,4
Екатерина	31,7	24,1	15,9	23,9	-2,4	27,5
Саратовская 75	31,3	30,7	21,2	27,7	1,4	20,4

Объективная оценка зерна определяется в комплексе с его физическими свойствами: массой 1000 зерен, натурой, стекловидностью [2]. Крупное зерно в условиях Зауралья формировали раннеспелые сорта: Лента 45, Рикс, Фора, Обская 2, Новосибирская 16, Омская 36,

в среднем 33,0 - 35,3 г; в засушливый год 28-32 г, в благоприятный 36 - 43 г (табл. 2). Высоконатурное зерно имели сорта: Лента 45, Омская 36, Новосибирская 18, Уральская кукушка, Рикс, Саратовская 75 (730 – 773 г/л), стекловидное зерно: Уральская кукушка, Исеть 45, Новосибирская 18, Новосибирская 41, Оренбургская 23, Екатерина, Саратовская 75 (51-56 %).

В среднеспелой группе высокая урожайность (27,3 - 30,0 ц/га) отмечена у сортов: Геракл, ЛД 25, Ульяновская 100, КВС 240-3-13, Краснозерка, Буляк (табл. 3). Сорт Лидер 80 не стабилен по урожайности, в засушливых условиях 2020 года урожайность составила - 13,4 ц/га в благоприятных - 32,5 ц/га ($V=40,9\%$).

Таблица 2. Физические свойства зерна сортов раннеспелой группы, 2018-2020 гг.,

Сорт	Масса 1000 зерен, г			Натура, г/л			Стекловидность, %		
	\bar{x}	Lim	V,%	\bar{x}	Lim	V,%	\bar{x}	Lim	V,%
Омская 36, ст.	35,3	32-41	12,0	732,0	712-749	5,6	47,7	42-57	15,8
Фора	33,7	29-36	19,0	747,7	705-786	4,3	46,0	39-54	28,3
Мальцевская 110	31,7	26-38	18,5	685,7	651-714	2,9	39,7	27-53	11,5
Исеть 45	29,7	24-35	18,2	721,0	698-735	2,7	51,0	47-56	16,3
Лента 45	33,0	28-39	16,3	730,3	709-747	2,6	41,3	32-48	19,7
Боевчанка	30,3	25-32	17,7	699,7	671-721	3,7	50,0	42-59	17,1
Уральская кукушка	26,7	23-31	11,9	743,7	712-761	3,7	51,7	43-62	18,6
Новосибирская 16	34,0	28-38	19,8	711,3	655-742	6,9	46,7	45-47	3,3
Новосибирская 18	30,7	25-35	17,9	734,0	702-756	3,9	55,7	50-63	11,9
Новосибирская 41	28,7	23-33	14,7	725,3	701-742	3,0	56,0	52-58	6,2
Обская 2	35,0	28-43	22,9	699,7	662-732	5,0	45,7	46-54	17,0
Рикс	33,0	29-36	13,5	741,7	728-766	2,8	49,0	46-54	8,9
Тарская 12	26,7	21-30	16,6	670,0	620-708	6,7	50,0	49-51	2,0
ОмГАУ-90	29,7	26-33	10,7	725,0	703-743	2,8	48,0	42-56	15,0
Памяти Леонтьева	32,7	26-36	18,4	724,3	689-751	4,4	50,7	47-55	8,0
Оренбургская 23	31,3	26-34	14,9	734,0	717-747	2,1	52,0	47-58	10,7
Экстра	31,0	27-37	16,9	684,0	670-703	2,5	36,7	31-40	13,4
Екатерина	31,3	27-34	11,6	718,3	682-743	4,5	53,3	50-63	16,0
Саратовская 75	32,7	27-37	15,6	773,0	747-799	3,6	54,3	44-71	26,8

Таблица 3. Урожайность сортов среднеспелой группы, 2018-2020 гг., ц/га

Сорт	2018	2019	2020	\bar{x}	\pm к ст.	V, %
Геракл, стандарт	33,6	31,6	20,1	28,4	ст.	22,5
Терция	27,4	24,2	17,9	23,2	-5,2	27,5
Зауралочка	27,3	28,7	16,4	24,1	-4,3	27,0
Аист 45	31,4	27,9	18,5	25,9	-2,5	25,3
Зауральская волна	26,9	33,2	20,5	26,9	-1,5	24,5
Зауральский янтарь	19,9	27,2	11,9	19,7	-8,7	33,9
Любава 5	25,2	25,6	18,5	23,1	-5,3	28,2
ЛД-25	28,9	30,9	22,0	27,3	-1,1	24,3
Атланта	30,0	29,9	16,9	25,6	-2,8	26,5
Сигма	31,5	25,2	15,5	24,1	-4,3	28,4
Сибирская юбилейная	28,6	28,7	17,9	25,1	-3,3	27,2
Сибирская 21	29,4	31,3	16,3	23,8	-4,6	29,2
КВС 240-3-13	30,1	35,9	16,1	27,4	-1,0	25,5
Экада 109	31,7	28,7	19,3	26,6	-1,8	25,6
Оренбургская юбилейная	29,6	25,6	19,3	24,8	-3,6	28,1
Краснозерка	35,4	29,0	18,9	27,8	-0,6	26,1
Лютеция	33,4	28,0	17,5	26,3	-2,1	27,9
Ульяновская 100	37,2	31,0	21,5	29,9	1,5	25,0
Фаворит	24,8	31,5	19,7	25,3	-3,1	29,7
Кинельская 2010	21,4	29,6	18,4	23,1	-5,3	35,8
Буляк	38,2	32,6	19,1	30,0	1,6	31,3
Лидер 80	29,9	32,5	13,4	25,3	-3,1	40,9

У сортов среднеспелой группы отмечено стабильное формирование физических показателей зерна, коэффициент вариации по сортам от 7,1 до 16,5 % (табл. 4).

Сочетание крупности и натуры зерна отмечено у сортов Зауральский янтарь и Краснозерка, соответственно 35,7-36,7 г; 753-7756,7 г/л, натуры зерна и стекловидности у сортов: Любава 5, ЛД-25, соответственно 772, 759 г/л; 60,0 и 61,7 %.

Среди среднепоздних биотипов наиболее продуктивные сорта: Радуга, Черноземноуральская, КВС Вавилов превысили стандарт Уралосибирскую на 2,0-4,3 ц/га (табл. 5). Менее урожайными и стабильными оказались Омская 39, ОмГАУ-100 СПЧС-69, уступив стандарту в среднем 3,6-4,4 ц/а, при V = 29,3-30,6%.

Таблица 4. Физические свойства зерна сортов среднеспелой группы, 2018-2020 гг.

Сорт	Масса 1000 зерен, г			Натура, г/л			Стекловидность, %		
	\bar{x}	Lim	V, %	\bar{x}	Lim	V, %	\bar{x}	Lim	V, %
Геракл, стандарт	33,7	28-38	13,6	736,7	712-751	3,9	52,3	41-60	13,6
Терция	29,7	25-34	15,4	746,3	718-768	3,8	50,0	49-51	13,9
Зауралочка	30,7	24-36	14,8	735,7	686-780	3,9	45,7	41-52	15,4
Аист 45	28,0	28-39	15,9	678,0	678-737	4,1	55,3	51-59	12,7
Зауральская волна	31,7	29-33	14,0	761,7	746-782	3,6	54,3	52-57	13,1
Зауральский янтарь	36,7	32-41	12,3	753,7	720-776	3,6	53,0	50-59	13,6
Любава 5	31,3	29-33	14,4	772,3	758-788	3,6	60,0	56-67	12,6
ЛД-25	32,7	27-37	14,0	759,3	730-789	3,6	61,7	54-76	11,9
Атланта	32,3	27-36	14,3	742,0	711-762	3,7	49,0	47-53	13,1
Сигма	32,3	29-35	14,4	722,3	703-735	3,8	49,3	45-53	13,4
Сибирская юбилейная	31,7	27-37	15,0	723,7	703-750	3,9	47,3	40-56	14,4
Сибирская 21	30,7	25-36	15,5	763,4	710-797	3,7	48,0	48	14,1
КВС 240-3-13	36,7	31-40	12,7	726,0	692-746	3,6	49,7	47-51	14,2
Экада 109	34,7	28-40	13,4	706,0	680-723	3,7	45,7	42-53	16,2
Краснозёрка	35,7	31-40	13,3	756,7	727-788	3,1	45,7	38-54	16,5
Лютесция	32,0	24-37	15,1	738,7	694-775	3,1	52,0	44-61	14,1
Ульяновская 100	36,7	29-41	12,6	743,0	729-753	2,7	50,0	36-61	14,7
Фаворит	31,3	26-35	13,4	744,3	724-757	2,9	52,0	46-63	12,3
Александрина	35,3	28-39	11,6	745,7	723-787	3,1	60,3	60-61	9,8
Кинельская 2010	32,0	28-35	10,8	753,7	721-778	2,7	51,7	45-60	9,3
Буляк	34,3	31-39	10,2	735,0	720-746	1,6	50,7	47-54	7,1
Лидер 80	34,0	31-38	10,6	727,7	716-737	1,5	50,3	46-55	9,0

По физическим свойствам зерна среди среднеспелых биотипов выделен сорт Арка, который при средней крупности зерна 33 г., формировал за годы исследования высококонатурное - 754-772 г/л и стекловидное зерно 50-56 % (табл. 6). У сорта Силич самая высокая масса 1000 зерен (32-40 г). По стекловидности представляет интерес Экада 113 (67-70 %).

Исследования показали, что высокая вариабельность урожайности ($V=25-28$ %), независимо от биотипа, в сильной степени зависит от условий возделывания (табл. 7). Физические показатели качества зерна более стабильны, так как относятся к сортовым признакам и в значительной степени зависят от генотипа сорта.

Таблица 5. Урожайность сортов пшеницы позднеспелой группы, 2018-2020 гг., ц/га

Сорт	2018	2019	2020	\bar{x}	\pm к ст.	V, %
Уралосибирская, стандарт	33,4	28,8	16,4	26,2	ст.	25,7
Радуга	34,9	31,4	18,2	28,2	2,0	23,8
Арка	33,7	28,4	17,9	26,7	0,5	24,9
Чернозёмноуральская	35,3	34,2	17,7	29,1	2,9	22,8
Тобольская	32,3	28,4	16,7	25,8	-0,4	24,8
Силач	25,4	30,2	18,6	24,7	-1,5	25,8
Омская 37	31,4	25,2	16,3	24,3	-1,9	26,9
Омская 39	27,6	24,5	15,0	22,4	-3,8	29,3
Омская 41	28,2	28,3	15,6	24,0	-2,2	27,5
ОмГАУ-100	27,9	25,0	14,8	22,6	-3,6	29,5
СПЧС-69	22,2	24,5	18,8	21,8	-4,4	30,6
Экада 113	31,2	29,1	21,8	27,4	1,2	25,2
Экада 148	28,6	25,7	20,0	24,8	-1,4	30,2
КВС Вавилов	39,9	34,1	17,6	30,5	4,3	27,3
КВС Торридон	31,7	30,5	18,1	26,8	0,6	26,9
КВС Джестрим	29,3	34,1	17,5	27,0	0,8	31,6

Таблица 6. Физические свойства зерна сортов среднепоздней группы, 2018-2020 гг., ц/га

Сорт	Масса 1000 зерен, г			Натура, г/л			Стекловидность, %		
	\bar{x}	Lim	V, %	\bar{x}	Lim	V, %	\bar{x}	Lim	V, %
Уралосибирская, стандарт	35,0	30-39	12,0	689,3	670-707	4,4	48,7	40-56	17,2
Радуга	35,3	29-39	11,1	713,7	697-734	4,0	54,7	49-60	14,2
Арка	33,0	31-35	11,6	763,7	754-772	3,8	56,0	50-60	14,2
Чернозёмноуральская	33,7	32-35	11,7	738,7	715-753	3,9	53,0	43-62	15,2
Тобольская	34,3	32-36	11,9	737,7	731-741	4,0	52,3	51-54	15,4
Силач	37,0	32-40	11,3	735,7	719-765	3,9	45,3	36-53	18,8
Омская 37	30,7	25-34	12,9	702,7	687-718	4,3	50,7	46-58	16,5
Омская 39	31,0	25-35	12,6	720,0	693-747	4,2	52,0	50-53	16,6
Омская 41	31,3	26-36	12,2	714,3	697-724	4,3	52,0	48-58	17,6
ОмГАУ-100	32,7	28-36	11,5	753,7	728-772	4,2	48,7	46-53	19,9
СПЧС-69	33,3	29-37	11,4	736,3	695-770	4,4	40,7	34-50	25,3
Экада 113	34,3	28-38	11,3	733,7	720-744	4,4	68,3	67-70	13,0
Экада 148	32,0	27-35	11,1	745,0	708-768	4,9	52,7	48-60	12,7
КВС Джестрим	33,3	30-35	10,7	744,7	716-765	5,1	55,0	49-59	13,0
КВС Вавилов	30,7	26-33	12,8	749,3	731-762	5,6	57,7	53-61	13,9
КВС Торридон	32,3	28-37	14,0	686,0	660-724	4,9	44,7	40-48	9,3

Таблица 7. Характеристика биотипов яровой мягкой пшеницы по урожайности и физическим свойствам зерна, 2018-2020 гг.

Урожайность, ц/га			Масса 1000 зерен, г			Натура, г/л			Стекловидность, %		
\bar{x}	Lim	V,%	\bar{x}	Lim	V,%	\bar{x}	Lim	V,%	\bar{x}	Lim	V,%
Раннеспелая группа											
24,9	22,0-28,8	25,2	31,4	21-43	16,2	721,4	620-799	3,9	48,7	27-71	14,0
Среднеспелая группа											
25,7	19,7-30,0	28,1	33,2	24-41	13,5	740,3	678-797	3,3	51,2	36-76	13,2
Среднепоздняя группа											
25,8	21,8-30,5	27,1	33,1	25-40	11,9	729,0	660-772	4,4	52,0	34-70	15,8

Таким образом, используя вышеуказанные характеристики сортов, предоставляется возможность сформировать рабочую коллекцию для включения в план гибридизации сорта, дополняющие друг друга, по различным показателям, согласно целям селекции, с высоким уровнем выраженности донорского признака.

Список литературы

1. Бебякин В.М., Старичкова Н.И., Дорогобед А.А. Качество зерна пшеницы в зависимости от сорта и условий его произрастания // Зерновое хозяйство. 2003. № 3. С.22-24.
2. Нецветаев В.П. Новый подход к оценке качества зерна мягкой пшеницы / В.П. Нецветаев, Л.С. Бондаренко, О.В. Акиншина, Т.А. Рыжкова // Достижения науки и техники АПК. 2012. № 9. С.24-26.

DOI: 10.33775/conf-2021-104-110

УДК 635.9: 631.52:631.53.011

**ФОРМИРОВАНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКОЙ КОЛЛЕКЦИИ
СОРТОВ ОДНОЛЕТНИХ ЦВЕТОЧНЫХ КУЛЬТУР РОДА
CLARKIA PURCH. НА БАЗЕ НОВОСИБИРСКОГО ГАУ
И ОЦЕНКА ПОСЕВНЫХ КАЧЕСТВ СЕМЯН**

¹Королева Е.В., ¹Петров А.Ф., ^{2,3}Чудинова Ю.В

¹Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск

²Томский сельскохозяйственный институт – филиал ФГБОУ ВО
«Новосибирский государственный аграрный университет», Томск

³Сибирский научно-исследовательский институт сельского
хозяйства и торфа - филиал ФГБУН Сибирского федерального
научного центра агробиотехнологий РАН

Аннотация. Проблема получения качественного семенного материала однолетних цветочных культур актуальна, как для крупных хозяйств, так и для садоводов-любителей. Производство цветочных семян является важной частью семеноводства в целом и тесно связано с селекцией. В статье рассмотрены особенности селекции и семеноводства однолетних цветочных растений рода *Clarkia Purch.* в лесостепи Западной Сибири.

Ключевые слова: генетическая коллекция, однолетние цветочные культуры, *Clarkia Purch.*, семеноводство, посевные качества.

DOI: 10.33775/conf-2021-104-110

UDC 635.9: 631.52:631.53.011

**FORMATION OF A GENETIC COLLECTION OF VARIETIES
OF ANNUAL FLOWER CROPS *CLARKIA PURCH.* ON THE
BASIS OF THE NOVOSIBIRSK STATE AGRARIAN
UNIVERSITY AND THE ASSESSMENT OF SOWING
QUALITIES OF SEEDS**

¹Koroleva E.V., ¹Petrov A.F., ^{2,3}Chudinova Yu.V.

¹Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk

²Tomsk Agricultural Institute - branch of Novosibirsk State Agrarian University, Tomsk

³Siberian Research Institute of Agriculture and Peat – branch of the
Siberian Federal Scientific Center of Agro-Bio Technologies of the
Russian Academy of Sciences.

Abstract. The problem of obtaining high-quality seed material of annual flower crops is relevant both for large farms and for amateur gardeners. Flower seed production is an important part of seed production in general and is closely related to breeding. The article discusses

the features of breeding and seed production of annual flowering plants *Clarkia* Purch. in the forest-steppe zone of Western Siberia.

Key words: genetic collection, annual flower crops, *Clarkia* Purch, seed production, sowing qualities.

Актуальность. В настоящее время, семена цветочных культур пользуются спросом у населения. Но внутренний рынок страны сильно зависит от поступления дорогих зарубежных сортов и гибридов, которые оказываются неустойчивыми к местным климатическим условиям, что ведет к снижению декоративных и продуктивных качеств. Крупные производители семян: агрохолдинги, агрофирмы, различные семенные компании и общества предпочитают выращивать маточники на территории южных регионов и в Китае. Появилось большое количество непроверенных продавцов семян в интернете. При этом, в стране нет единого реестра количества семенного фонда цветочных культур, нет контроля посевных и сортовых качеств, отсутствуют аналитика и актуальные данные по закупке семян для реализации. Данные проверки Россельхознадзора показывают, что в обороте России находятся значительные объемы некондиционных семян с низкой всхожестью, без документов, подтверждающих сортовые и посевные качества, фальсифицированных, с высокой засоренностью, с просроченным сроком реализации, используются семена неизвестного происхождения, пониженных посевных (посадочных) качеств.

Проблема получения качественного семенного материала одностолетних цветочных культур актуальна, как для крупных хозяйств, так и для садоводов-любителей. Производство цветочных семян является важной частью семеноводства в целом и тесно связано с селекцией. Семеноводство летников должно быть приурочено к местам создания того или иного сорта или близких к ним. [1]. Поэтому государство должно поддерживать отечественные зональные селекцию и семеноводство цветочных культур.

В Государственном реестре селекционных достижений за 2020 г. числятся всего два сорта кларкии (оригинатор: фермерское хозяйство «Каприс» Краснодарский Край) – это: «Радость» (2008 г.) - кларкия ноготковая (*Clarkia unguiculata* Lindl.) и «Свадебный букет» (2009) - кларкия прелестная (синоним годеция) (*Clarkia amoena* (Lehm.) A. Nelson & J.F. Macbr.) [2,3]. В то время, как семенной рынок предлагает более разнообразный сортимент, который не соот-

ветствует Законодательству РФ, в части: названия культуры и сорта семян в соответствии с Государственным реестром [4].

Успешность цветоводства, благоустройства и озеленения нашего региона в целом, во многом зависит от качества применяемых сортов и гибридов цветочных культур и посевных качеств их семян. Поэтому формирование генетической коллекции перспективных сортов однолетних цветочных культур, обладающих устойчивостью к местным резко-континентальным климатическим условиям и анализ качества, предлагаемых рынком семян – является актуальным.

Цели: Изучение особенностей селекции и семеноводства однолетних цветочных растений рода *Clarkia* Pursh. в лесостепи Западной Сибири, сохранение генетического разнообразия видов и обеспечение конкурентоспособности региона на внутреннем и международном уровнях за счет возможного производства цветочных семян.

В рамках данной статьи нами рассматриваются следующие **задачи:**

1. Формирование, изучение и размножение коллекции сортов различных видов однолетних цветочных растений рода *Clarkia* Pursh. на базе Новосибирского ГАУ;
2. Изучение посевных качеств образцов семян кларкии, в зависимости от производителя;
3. Изучение возможности получения высококачественного семенного материала от различных видов кларкии.

Материалы и методы исследования. В Новосибирск однолетние цветочные культуры из рода *Clarkia* семейства кипрейные (Onograceae) попали, благодаря международной системе обмена семенами с ботаническими садами. Объектом исследования стала коллекция цветочных культур рода *Clarkia* Новосибирского ГАУ – источник, устойчивого к местным климатическим условиям исходного материала для благоустройства и озеленения, селекции, семеноводства и фитодизайна.

В эксперимент были включены следующие виды и сорта из коллекции Новосибирского ГАУ урожая 2020 г.: контрольный образец кларкии прелестной (*C. amoena* (Lehm.) Nels & Macbr) – отбор с красными цветками и светлой лентой у основания лепестка (9 репродукция) из сорта «Красавица» (авторское свидетельство № 33756 с датой приоритета 31.12.1999 г., оригинатор ЦСБС СО РАН); контрольный образец кларкии крупноцветковой (*C. grandiflora* Lindl

синоним *C. amoena* subsp. *lindleyi* (Douglas) H.F. Lewis & M.R. Lewis [5] «Белый букет» (1 репродукция); контрольный образец кларки пурпурной (*C. purpurea* (Curtis) Nels & Macbr. – синоним *G. purpurea* Nels & Macbr.) - отбор с лиловыми цветками и небольшим центральным пятном у верхнего края лепестка (9 репродукция) и сортообразцы от внешних производителей: *C. amoena*: «Оранжевое сияние» и «Сладкие сердечки» от агрофирмы «Аэлита»; «Красное вино» от группы компаний «Гавриш», «Герцогиня» от компании «СеДек»; *C. grandiflora*: «Метеор» и «Сибил Шервуд» от агрофирмы «Аэлита» и аналоги от арохолдинга «Поиск» и компании «Семена Алтай», «Красна девица» от компании «Семетра», «Катля» от группы компаний «Гавриш»; Кларкия ноготковая (*C. unguiculata* Lindl. – синоним кларкия изящная *C. elegans* Douglas.): сортообразцы «Рубиновая» от компании «Семена Алтай» и «Альбина» от группы компаний «Гавриш». Диапазон отбора сортов для коллекции сформирован на основе учета следующих основных критериев: вид растений, общеизвестные сорта, длительность периода декоративности и характеристики цветения (длительное, непрерывное и обильное), ярко-выраженная окраска цветка, диаметр цветка, габитус куста, устойчивость к болезням, продуктивность и посевные качества.

Семеноводство интродуцентов основывается на исследованиях по семеноведению, то есть на изучении формирования и созревания семян, их хранения и прорастания, как в условиях, откуда взято интродуцируемое растение, так и в месте интродукции. Определение посевных качеств семян кларки проводилось в соответствии с ГОСТ 24933.0-81 «Межгосударственный стандарт семена цветочных культур. Правила приемки и методы отбора проб» от 01.07. 1982 г. [6]. Всхожесть определяли на 10-е сутки, как в условиях лаборатории при 20 °С, так и в полевых, местных климатических условиях (посев 17.05.2021). В лаборатории пробы семян закладывались в чашки Петри, 4 x 50 шт. и прорастивались на фильтровальной бумаге без доступа света, в полевых условиях многофакторный опыт заложен в 4-х кратной повторности по схеме 0,5 м x 1,2 м.

Результаты и обсуждение. В статье приведен анализ посевных качеств семян кларки урожая 2020 г. от разных производителей (рис. 1).

Результаты проверки показали, что самые высокие показатели всхожести были получены от семян трех контрольных образцов

местного производства (Новосибирский ГАУ) и колебались они от 97 % в условиях лаборатории до 92 % в полевых условиях. Второе место заняли семена от компании «Семетра» (агрохолдинг «Поиск») показатели всхожести были ниже всего на 5 % от контрольных значений. На третьем месте расположились три образца сортов от группы компаний «Гавриш» с лабораторной всхожестью ниже контрольного значения на 11 %, а полевой на 17 %, четвертое место заняли два образца от агрохолдинга «Поиск» с показателями лабораторной всхожести 74 %, и полевой всхожестью 60 %, что ниже контрольных значений на 23 % и 32 %, пятое место поделили агрофирмы «Аэлита» с наибольшим ассортиментом (4 образца) и один образец от «СеДек» с одинаковыми показателями лабораторной всхожести 69 %, что ниже на 28 % контрольного значения и почти равными значениями полевой 57 % и 58 %, что ниже контрольного значения на 35 % и 34 % и шестое место принадлежит двум образцам семян от компании «Семена Алтая» с показателями лабораторной всхожести 65 % и полевой 55 %, что ниже контрольного значения на 32 и 37 % соответственно. При этом, семена от агрохолдинга «Поиск» сортов «Сибил Шервуд» и «Метеор» показали всхожесть выше на 13 %, чем у аналога от фирмы «Семена Алтая» и на 20 % выше, чем у аналога от агрофирмы «Аэлита».

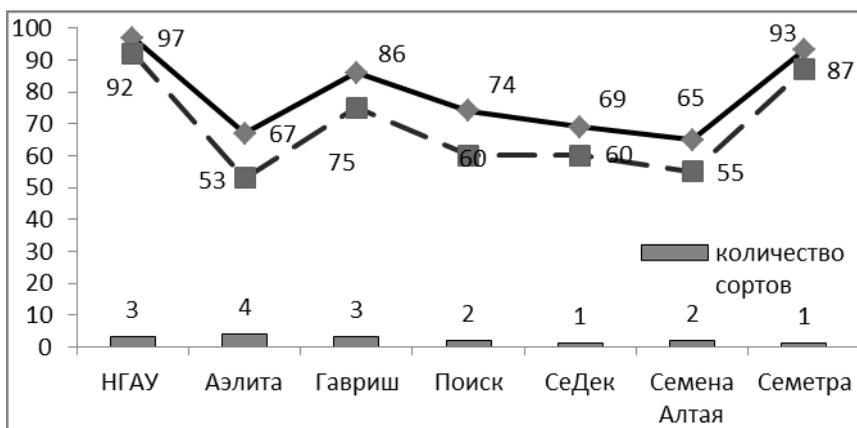


Рисунок 1. Всхожесть семян кларкии урожая 2020 г. в зависимости от сорта и компании-производителя.

Динамика всхожести образцов семян разных видов кларкии приведена по среднему арифметическому показателю, высчитанному по данным лабораторной и полевой всхожести (рис. 2).

У вида *Clarkia amoena* (Lehm.) Nels & Macbr самые высокие показатели всхожести 95 % были у семян репродукции Новосибирского ГАУ, из внешних производителей 73 % всхожести показали семена сорта «Красное вино» от группы компаний «Гавриш» и 67 % у семян сорта «Сладкие сердечки» от агрофирмы Аэлита. У вида *C. grandiflora* Lindl, что является подвидом *C. amoena* (Lehm.) Nels & Macbr самые высокие посевные качества были у семян сорта «Белый букет» 1-ой, местной репродукции 92 %, из внешних производителей самые высокие показатели качества семян 89 % были у сорта «Катлея» от группы компаний «Гавриш», практически равную всхожесть 61 % и 60 % показали семена образцов от агрофирмы «Аэлита» и «Семена Алтая». У кларкии ноготковой *C. unguiculata* Lindl. всхожесть 64 % была у семян от агрофирмы «Семена Алтая», что на 4 % выше качественных показателей от группы компаний «Гавриш».

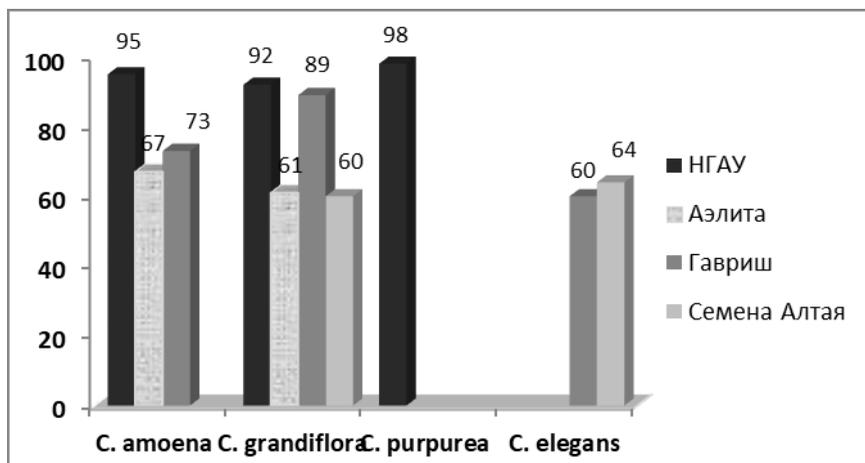


Рисунок 2. Динамика всхожести семян разных видов кларкии

У нового, перспективного для наших условий, интродуцента - *C. purpurea* (Curtis) Nels & Macbr.) нет аналогов сортов на семенном рынке России, семена отбора с лиловыми цветками урожая 2020 г. местной, 9-ой репродукции показали самый высокий процент всхожести 98 %.

Выводы. Для развития селекции и семеноводства однолетних цветочных культур в Новосибирске – необходимо расширение и сохранение генетической коллекции различных видов и сортов кларкии на участке Новосибирского ГАУ. Результаты нашего исследования доказали, что собственные семена различных видов и сортов кларкии, обладают более высокими посевными качествами и лучше адаптированы к почвенно-климатическим условиям лесостепи Западной Сибири. Из внешних производителей более высокие посевные качества показали семена урожая 2020 г. от компаний «Семетра» (агрохолдинг «Поиск») и «Гавриш». Из исследованных нами видов кларкии – самые высокие результаты всхожести 98 % были у гексаплоидной кларкии *C. purpurea*. *C. grandiflora* являясь подвидом *C. amoena* показала похожую с ней динамику всхожести, а семена *C. unguiculata* обладали, сравнительно, более низкими посевными качествами.

Таким образом, производство местных семян кларкии будет способствовать снижению количества низкосортного и контрафактного посевного материала цветочных культур и повышению экономики и конкурентоспособности нашего региона на внутреннем и международном рынках. А цифровые инновации могут сделать сертификацию семян и контроль качества более дешевыми, быстрыми и прозрачными, одновременно сужая пространство для низкосортных, поддельных семян.

Литература

1. Тулинцев В.Г. Цветоводство с основами селекции и семеноводства: учебник [Текст] –2-е изд., перераб. и доп.– Л.: Стройиздат,1977.–288 с.
2. <https://reestr.gossortrf.ru/sorts/9253685/>
3. <https://reestr.gossortrf.ru/sorts/9154984/>
4. <https://mcx-samara.ru/news/12936/>
5. Lewis H., Lewis M.E. The mechanism of evolution in the genus *Clarkia* // Evolution.– 1955. – Vol. 8(1), N 20.–P.251–392.
6. <https://docs.cntd.ru/document/1200023429>

DOI: 10.33775/conf-2021-111-114
УДК 633.854.78

НАСЛЕДОВАНИЕ РАЗМЕРОВ СЕМЯН В F₁ У ГИБРИДОВ ПОДСОЛНЕЧНИКА МЕЖЕУМОЧНО-ГРЫЗОВОГО ТИПА

Чебанова Ю.В., Демури́н Я.Н.

ФГБНУ «Федеральный научный центр «Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур имени В.С. Пустовойта», г. Краснодар

Аннотация. В статье приведены данные о характере наследования в поколении F₁ длины, ширины и толщины семян у гибридов подсолнечника от скрещивания крупноплодных линий межумочного и грызового типов.

Ключевые слова. Длина, ширина и толщина семян, наследование, кондитерский подсолнечник, межлинейный гибрид.

DOI: 10.33775/conf-2021-111-114

UDC 633.854.78

INHERITANCE OF F₁ SEED SIZES IN SUNFLOWER HYBRIDS OF INTERMEDIATE AND GNAWING TYPE

Chebanova Yu.V., Demurin Ya.N.

FSBSI V.S. Pustovoit All-Russian Research Institute of Oil Crops (VNIIMK), Krasnodar

Abstract. The article provides data on the nature of inheritance in the F₁ generation of the length, width and thickness of seeds in sunflower hybrids from the crossing of large-fruited lines of intermediate and gnawing types.

Key words: length, width and thickness of seeds, inheritance, pastry sunflower, interlinear hybrid.

В мировом производстве семян подсолнечника кондитерское направление занимает около 10% [2]. В странах Ближнего Востока и Китае предпочитают грубулузжистые белые семена с серыми полосками, а в странах Восточной Европы и России – черные семена с несколько меньшими размерами, но с повышенной масличностью до

45–48% и уменьшенной лужжистостью до 25–30% [1; 4; 5]. Несмотря на различия в предпочтениях потребителей в разных странах, крупность семян – главный селекционный признак кондитерского направления. Поэтому знание характера наследования размеров семян является основой селекционной работы. Наиболее подробно вопрос наследования размеров семян подсолнечника изучал Josić S., который установил, что наиболее распространенным способом наследования длины семян в поколениях F_1 и F_2 было доминирование родителя с высоким значением признака, ширина и толщина семян наследовались путем частичного доминирования [3]. Селекционер Морозов В.К. выделял три группы по размеру семян подсолнечника: масличные (7–13 мм длиной, 4–7 мм шириной), кондитерские (11–23 мм длиной, 7,5–12 мм шириной) и межеумочные (длиной 11–15 мм, шириной 7,5–10 мм) [7]. Для грызовых форм подсолнечника характерна высокая лужжистость, больше, чем у межеумочных.

Целью настоящей работы было изучение наследования длины, ширины и толщины семян в F_1 при скрещивании крупноплодных селекционных межеумочных линий и образцов генетической коллекции грызового типа.

Опыт проводили на селекционном поле ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК в 2020 г. Посев осуществляли с использованием ручных сажалок широкорядным способом при густоте стояния 40 тыс. раст./га на четырехрядных делянках. В качестве родительских форм гибридов были выбраны селекционные линии ВНИИМК межеумочного типа ВК934 А и ВК905 А и груболужжистые линии генетической коллекции ВНИИМК грызового типа К3619 и И613033. Гибридизацию проводили с использованием ЦМС-форм под индивидуальными изоляторами. Для определения линейных размеров отбирали семена с 5 растений инбредных линий и 10 гибридных растений от свободного цветения. Из средней пробы измеряли по 100 семян с использованием электронного штангенциркуля. Степень доминирования признака рассчитывали по формуле К. Мазера и Дж. Джинкса [6].

Экспериментальные данные показали, что по длине, ширине и толщине семян отцовские и материнские линии статистически достоверно различались ($HSP_{05} = 0,1–0,2$). Грызовые линии К3619 и И613033 имели длину на 1,6–1,9 мм (табл. 1) и ширину на 0,1–0,6 мм (табл. 2)

больше, чем у межеумочных линий. Однако толщина семян материнских линий ВК934 А и ВК905 А была больше на 0,1–0,2 мм (табл. 3).

Таблица 1. Наследование в F₁ длины семян при скрещивании линий межеумочного и грызового типов

Гибрид	♀	F ₁	♂	h/d
F ₁ (ВК905 А × К3619)	13,6	14,9	15,2	0,63
F ₁ (ВК905 А × И613033)	13,6	15,5	15,2	1,38
F ₁ (ВК934 А × К3619)	13,3	15,0	15,2	0,79
F ₁ (ВК934 А × И613033)	13,3	15,4	15,2	1,21
НСР ₀₅		0,2		

Достоверные отличия в линейных параметрах семян родительских форм позволяют оценить степень доминирования у гибридов по соотношению h/d. Наследование в F₁ длины семени характеризовалось неполным доминированием (h/d = 0,63–0,79) удлинённой формы грызовой линии К3619, сверхдоминированием (h/d = 1,21–1,38) в гибридных комбинациях материнских линий с линией И613033 (табл. 1).

Таблица 2. Наследование в F₁ ширины семян при скрещивании линий межеумочного и грызового типов

Гибрид	♀	F ₁	♂	h/d
F ₁ (ВК905 А × К3619)	5,2	6,1	5,3	17,00
F ₁ (ВК905 А × И613033)	5,2	6,2	5,6	4,00
F ₁ (ВК934 А × К3619)	5,0	5,9	5,3	5,00
F ₁ (ВК934 А × И613033)	5,0	6,2	5,6	3,00
НСР ₀₅		0,1		

Во всех комбинациях скрещиваний по признакам ширины и толщины семян наблюдали сверхдоминирование родителя с высоким значением признака в поколении F₁ (h/d = 3,00–17,00 и h/d = 3,00–5,00, соответственно) (табл. 2).

Таблица 3. Наследование в F₁ толщины семян при скрещивании линий межеумочного и грызового типов

Гибрид	♀	F ₁	♂	h/d
F ₁ (BK905 A × K3619)	3,5	3,7	3,3	3,00
F ₁ (BK905 A × И613033)	3,5	3,7	3,3	3,00
F ₁ (BK934 A × K3619)	3,4	3,6	3,3	5,00
F ₁ (BK934 A × И613033)	3,4	3,6	3,3	5,00
НСР ₀₅		0,2		

Таким образом, по всем признакам показатели гибридов F₁ были выше своих родительских линий. Наибольший гетерозисный эффект по длине и ширине проявлялся в гибридах с участием линии генетической коллекции И613033 в качестве отцовской формы, а по толщине семян – в комбинациях с участием материнской линии BK905.

Литература

1. Evcı G., Pekcan V., Yılmaz M.I., Kaya Y. The genetic diversity of confectionery sunflower on seed types and some yield traits // Proceedings International symposium on sunflower genetic resources. Turkey, 2011 – P. 55.
2. Hladni N. Present status and future prospects of global confectionery sunflower production // Proceedings of 19th International Sunflower Conference, Turkey, 2016. – P. 45–59.
3. Jocić S. The inheritance of seed size and color in F1 and F2 generation some sunflower inbred lines. M.Sc. thesis, University of Novi Sad, Faculty of Agriculture, 1996. – P. 1–85.
4. Kaya Y., Evcı G., Pekcan V., Gucer T., Yılmaz I.M. Yield Relationships in Confectionery Sunflower (*Helianthus annuus* L.) // Proceedings of the University of Ruse, 2008. – Vol. 47(1.1). – P. 7–11.
5. Бочковой А.Д., Хатнянский В.И., Камардин В.А., Назаров Д.А. Кондитерский подсолнечник: происхождение, история введения в культуру, систематика, направления в селекции и особенности технологии возделывания (обзор) // Масличные культуры. – 2020. – Vol. 3 (183). – P. 129–146. DOI: 10.25230/2412–608X–2020–3–183–3–10.
6. Мазер К., Джинкс Дж. Биометрическая генетика. – М.: Мир, 1985. – 463 с.
7. Морозов В.К. Селекция подсолнечника в СССР М.: Пищепромиздат, 1947 – 274 с.

DOI: 10.33775/conf-2021-115-120

УДК 633.854.78

СОЗДАНИЕ КРУПНОПЛОДНОЙ ПОПУЛЯЦИИ ПОДСОЛНЕЧНИКА С УСТОЙЧИВОСТЬЮ К СУЛЬФОНИЛМОЧЕВИНОВЫМ ГЕРБИЦИДАМ

*Демури́н Я.Н. Тронин А.С., Де́цына А.А., Камене́ва Н.В.
ФГБНУ «Федеральный научный центр «Всероссийский научно-
исследовательский институт масличных культур имени
В.С. Пустовойта», г. Краснодар*

Аннотация. В статье приведены данные о получении с использованием возвратных скрещиваний и однократного самоопыления для отбора автофертильных генотипов крупноплодной популяции подсолнечника, устойчивой к гербициду трибенурон-метил.

Ключевые слова. Масса 1000 семян, устойчивость, гербицид, трибенурон-метил, технология СУМО.

DOI: 10.33775/conf-2021-115-120

UDC 633.854.78

DEVELOPMENT OF A LARGE FRUITED SUNFLOWER POPULATION WITH RESISTANCE TO SULFONYLUREA HERBICIDES

*Demurin Ya.N., Tronin A.S., Detsyna A.A., Kameneva N.N.
V.S. Pustovoit All-Russian Research Institute of Oil
Crops(VNIIMK), Krasnodar*

Abstract. The article provides data on obtaining a large-fruited sunflower population resistant to tribenuron-methyl herbicide using backcrossing and single self-pollination for the selection of autofertile genotypes.

Key words. Mass of 1000 seeds, resistance, herbicide, tribenuron-methyl, SUMO technology.

Создание крупноплодных сортов кондитерского назначения является перспективным и рентабельным направлением в современной селекции подсолнечника. На территории Российской Федерации в 2018 г. под посевами кондитерских сортов этой культуры было 870 тыс. га, валовый сбор которых составил 1,3 млн тонн (по данным Министерства сельского хозяйства РФ). Это указывает на устойчивый спрос на крупноплодное сырьё для пищевой промышленности,

которая предъявляет определённые требования к крупности семян, их обрушиваемости, содержанию масла и лузжистости.

С другой стороны, существует производственная система с применением послевсходовых гербицидов на подсолнечнике на основе гербицида трибенурон-метил из класса сульфонилмочевин, называемая SUMO (или ExpressSun). Данная технология позволяет уничтожить злаковые и широкий спектр двудольных сорняков, включая трудноискоренимые виды осотов, бодяков и др. [1]. При этом вносимый гербицид быстро разлагается в почве, что позволяет сеять последующую культуру севооборота.

Селекция сульфонилмочевиноустойчивых генотипов подсолнечника для технологии SUMO стала возможной только после обнаружения в дикорастущих популяциях резистентных особей к трибенурон-метилу [4]. Доказано, что резистентные этому гербициду дикорастущие растения подсолнечника существовали в природе до появления производственной системы SUMO [3].

В аналогичной технологии ExpressSun источником устойчивости является линия HA89, устойчивость в которой была получена в результате широкомасштабной программы по химическому мутагенезу с применением этилметансульфоната в 1990-е годы компанией Pioneer [5].

Интродукция доминантного гена устойчивости *Sur* к трибенурон-метилу от дикорастущего *Helianthus annuus* L. из Канзаса в генофонд культурного подсолнечника завершилась созданием двух источников этого признака: SURES-1 представляет собой инбредную линию закрепитель стерильности, а SURES-2 является линией восстановителем фертильности (Miller, 2004). С молекулярно-генетической точки зрения резистентность к сульфонилмочевинам у линий SURES представляет собой точковую мутацию, а именно замену С-Т в кодоне 197 в гене энзима AHAS [2].

Создание отечественных сульфонилмочевиноустойчивых сортов кондитерского назначения позволит повысить эффективность в борьбе с сорной растительностью на посевах крупноплодного подсолнечника, а также снизит зависимость АПК России от семян иностранных селекционно-семеноводческих компаний. Введение гена *Sur* в генофонд крупноплодного сорта подсолнечника было целью нашей работы.

Исследования проводили во ВНИИМК, г. Краснодар в 2014-2020 гг. Оценку действия гербицида Экспресс выполняли спустя 10 дней после обработки растений в фазе трёх пар настоящих листьев. При качественной оценке действия гербицида выделяли три фенотипических класса: устойчивые, толерантные и восприимчивые. Для количественной оценки действия гербицида использовали десятибалльную систему: 0 – растения без признаков повреждения; от 1 до 3 – увеличение степени хлороза листьев; от 4 до 6 – появление и усиление морфологических аномалий; 7 – появление некроза, 8 – гибель точки роста, однако биологическая гибель растения не наступила; 9 – полный некроз апекса и гибель растения.

В 2014 г. в полевых условиях проведено скрещивание материнской линии закрепителя стерильности ВА93-сур (донор гена *Sur*) с крупноплодным кондитерским сортом Джинн. Для чего корзинки линии подверглись аквакастрации с последующим нанесением на них пыльцы с 25 корзинок опылителя сорта Джинн.

В осенне-зимний период 2014-2015 гг. в камере фитотрона растения F_1 были скрещены в качестве материнской формы со смесью пыльцы с 25 растений сорта Джинн для получения семян BC_1 .

В 2015 г. в полевых условиях растения BC_1 были обработаны гербицидом Экспресс в дозе 1х. На выжившие гетерозиготные растения нанесена смесь пыльцы с 40 растений сорта Джинн и получены семена BC_2 . В осенне-зимний период 2015-2016 гг. в камере фитотрона растения BC_2 были обработаны Экспрессом в дозе 0,5х. Выжившие гетерозиготы подверглись принудительному групповому переопылению, дав семена F_4 . В 2016 г. в полевых условиях 1181 растение расщепляющейся популяции F_4 было обработано гербицидом Экспресс в дозе 1х. Выжившие растения без явных признаков повреждения, предположительно гомозиготы по гену *Sur*, были самоопылены. В случае фенотипической градации на «выжившие» (0-7 баллов) и «погибшие» (8-9 баллов) расщепление среди 1181 оцененных растений в популяции будет 878:303, соответственно (табл. 1). Это соотношение статистически согласуется с моногенной схемой наследования при доминировании устойчивости ($\chi^2_{эмп.} = 0,20$, $\chi^2_{05} = 3,64$, $p > 0,05$). Очевидно, что выжившие растения с баллом 0, продолжившие рост после контакта с трибенурон-метилом, обладали, в

среднем, большей высотой 55 см, чем остановившиеся в росте и погибшие растения с 9 баллами высотой 8 см (табл. 1).

Таблица. Характеристика расщепляющейся крупноплодной популяции F₄ линейно-сортового гибрида подсолнечника по устойчивости к Экспрессу, 2016 г.

Балл фитотоксичности	Число растений, шт.	Высота растений, см
0	237	55
1	1	38
4	125	46
5	254	41
6	233	33
7	29	20
8	82	16
9	221	8
Всего	1181	34
НСР ₀₅		2

К началу цветения изолировали 47 устойчивых растений. Число семян поколения I₁F₄ у 32 самоопыленных семей варьировало от 33 до 618 штук на корзинку. Для дальнейшей работы отобраны семьи с относительно высоким уровнем автофертильности, т.е. более, чем 100 семян в самоопыленной корзинке. При этом масса 1000 семян изменялась в интервале от 64 до 146 г (рис. 1).



Рисунок 1. Морфотип семян крупноплодной популяции Джинн-сур, ВНИИМК, Краснодар, 2016 г.

Кроме того, в осенне-зимний период 2016-2017 гг. все семьи I_1F_4 были протестированы в теплице на устойчивость к Экспрессу. Три семьи не показали устойчивости, т.е. исходные растения в поле без признаков повреждения были ложно устойчивы. Двадцать семь семей были полностью устойчивы к Экспрессу, т.е. были гомозиготны по аллелю *Sur*.



Рисунок 2. Масса 1000 шт. и масличность семян крупноплодной популяции Джинн-сур, ВНИИМК, Краснодар, 2018-2020 гг.

Дальнейшее выращивание растений с направленным отбором по крупноплодности в полученной популяции в условиях пространственной изоляции в 2018-2020 гг. позволило закрепить массу 1000 семян на уровне 125 г при масличности 40% (рис.2).

Таким образом, в результате линейно-сортового скрещивания, двух этапов беккроссов и последующего однократного самоопыления получены семена $F_5(I_1F_4)$ 27 семей крупноплодного подсолнечника сорта Джинн, гомозиготных по гену *Sur*. Эти семена являются исходным селекционным материалом для создания крупноплодного кондитерского сорта, устойчивого к сульфонилмочевинному гербициду Экспресс (д.в. трибенурон-метил) и пригодного для технологий выращивания подсолнечника ЭкспрессСан и СУМО.

Литература

1. Воронова, О. В. В борьбе за место под солнцем / О. В. Воронова // Новый аграрный журнал. – М.: 2011. – Вып. № 2 (2). – С. 48-54.
2. Kolkman, J. V. Acetohydroxyacid synthase mutations conferring resistance to imidazolinone or sulfonyleurea herbicides in sunflower / J. V. Kolkman, M. B. Slabaugh, J. M. Bruniard // Theor. Appl. Genet. . – 2004. – Vol. 109. – P. 1147-1159.
3. Miller, J. F. Tribenuron resistance in accessions of wild sunflower collected in Canada / J. F. Miller, G. Seiler // Sunflower Research Workshop, Fargo, North Dakota, US – 2005. – Т. 5. – P. 12-13.
4. Olson, B. Distribution of resistance to imazamox and tribenuron-methyl in native sunflower / B. Olson, K. Al-Khatib, R. M. Aiken // Proc 26th Sunflower Research Workshop, Fargo, ND. – 2004. – P. 14-15.
5. Sala, C. F. Genetics and breeding of herbicide tolerance in sunflower/ C. F. Sala, M. Bulos, E. Altieri, M. L. Ramos // Proc. 18th Int. Sunflower Conf., Mar del Plata, Argentina, 2012. – P. 75-81.

DOI: 10.33775/conf-2021-121-123
УДК 633.18:470:631.52

**НОВЫЕ СОРТА РИСА И ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР
СЕЛЕКЦИИ ФГБНУ «ФНЦ риса»**

Есаулова Л.В.

ФГБНУ «Федеральный научный центр риса», г. Краснодар

Аннотация. В статье рассмотрены основные направления научно-исследовательской деятельности центра. Освещены итоги селекции риса и овощных культур.

Представлена характеристика новых сортов риса и гибридов овощных культур, включенных в Госреестр селекционных достижений, допущенных к использованию в производстве.

Ключевые слова: сорт, гибрид, рис, селекция, урожайность, овощные культуры

DOI: 10.33775/conf-2021-121-123
UDC 633.18:470:631.52

**NEW RICE AND VEGETABLE CROPS VARIETIES BRED
IN
FSBSI FEDERAL SCIENTIFIC RICE CENTRE**

Esaulova L.V.

FSBSI «Federal Scientific Rice Centre», Krasnodar

Abstract. The article discusses the main directions of research activities of the center. The results of t rice and vegetable crops breeding are highlighted.

The article presents the characteristics of new rice varieties and hybrids of vegetable crops included in the State Register of Breeding Achievements, approved for use in production.

Key words: variety, hybrid, rice, breeding, yield, vegetable crops

По данным ФАОСТАТ в 2018-2019 гг. посевы риса размещены в 118 странах на площади 167 млн. га, годовое производство зерна в мире составляет около 782 млн. т. Рис – наиболее популярная крупа в рационе российского потребителя. В структуре потребления на рис в России приходится 29 % в натуральном выражении. Рисоводство – небольшая, но достаточно важная отрасль агропромышленного комплекса Российской Федерации [1].

ФГБНУ «ФНЦ риса» осуществляет научное обеспечение деятельности агропромышленного комплекса Российской Федерации по вопросам рисоводства и овощеводства.

За период деятельности сотрудниками центра создано более 120 сортов риса и 150 сортов и гибридов овощебахчевых культур.

В Госреестр селекционных достижений на 2021 год включено 75 сортов риса, допущенных к использованию, из них 35 создано селекционерами ФГБНУ «ФНЦ риса».

В России выращивают традиционно короткозерные сорта риса, крупа этих сортов при варке становится рассыпчатой или полурассыпчатой и подходит для приготовления гарниров, каш, пудингов и запеканок.

В 2021 году в Госреестр селекционных достижений, допущенных к использованию в производстве, включено 2 новых сорта риса: Каурис и Ленарис. Сорт Каурис отличается высокой урожайностью и качеством крупы. Урожайность в производственном испытании в среднем за 2018-2020 гг. составила 94,8 ц/га. Лучшими предшественниками являются многолетние травы и мелиоративное поле. Масса 1000 зерен – 28-29 г., стекловидность 85-95 %, общий выход крупы 71-72%, содержание целого ядра в крупе 88-98 %. Сорт устойчив к осыпанию и полеганию, среднеустойчив к пирикуляриозу, пригоден для возделывания по интенсивной технологии.

Среднезерный сорт риса Ленарис характеризуется массой 1000 зёрен 31-32 г., стекловидностью – 85-90 %; общим выходом крупы – 72,2 %; содержанием целого ядра в крупе – 86-89 %. Рекомендуется для приготовления гарниров, плова и блюд итальянской и испанской кухни.

С целью импортозамещения и расширения экспорта зерна и крупы риса селекционерами центра в ближайшее время будут созданы кроме округлозерных сортов с потенциальной урожайностью 10-11 т/га, средне-, крупно- и длиннозерные сорта с потенциальной урожайностью 8,0 – 10,0 т/га.

Селекционная работа по овощным и бахчевым культурам ведется в центре по капусте белокочанной, томату, перцу сладкому, чесноку, фасоли, арбузу, дыне и тыкве. Большое внимание уделяется созданию гетерозисных сортов и гибридов, обладающих устойчивостью к основным болезням. В последние годы селекционерами со-

зданы сорта и гибриды овощных и бахчевых культур, которые по своей продуктивности, качеству плодов, устойчивости к болезням превосходят иностранные аналоги [2].

За период 2018-2020 гг. селекционерами отдела овощеводства ФГБНУ «ФНЦ риса» создано и передано в Государственное сортоиспытание 9 сортов и гибридов овощных культур.

Включено в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию в производстве, 8 сортов и гибридов, в том числе по культурам: капуста белокочанная - раннеспелый гибрид Милана F₁, среднепоздний жаростойкий гибрид Сударня F₁; перец сладкий – раннеспелый гибрид Медовой F₁, раннеспелый высокоурожайный гибрид Тибет F₁; томат – среднеспелый сорт Малыш, среднеспелый гибрид Зарница F₁; фасоль зерновая среднеспелый сорт Южанка; чеснок озимый – среднеспелый сорт Победа -70, среднеспелый стрелкующийся сорт Краснодарский 225.

В перспективе деятельность центра направлена на обеспечение продовольственной безопасности страны. Потенциальные возможности рисоводства России позволяют ежегодно производить около 1,5 млн. тонн риса-зерна, и значительно увеличить поставку риса на экспорт.

Основной задачей ученых ФГБНУ «ФНЦ риса» остается – эффективно осуществлять научное сопровождение отечественных отраслей рисоводства и овощеводства, обеспечивать наращивание семеноводства и снижать зависимость внутреннего рынка страны от импортных поставок рисовой крупы и семян овощебахчевых культур.

Литература

1. Bagirov, Vugar / Scientific support of the rice growing industry of the agroindustrial complex of the Russian Federation in solving the problems of food security/Vugar Bagirov, Sergey Treshkin, Andrey Korobka, Fedor Dereka, Sergey Garkusha, Victor Kovalev, Lyubov Esaulova, Sergey Kizinek // E3S WEB of conferences 210, 05006 (2020). <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202021005006>
2. Самодуров В.Н., Грушанин А.И., Есаулова Л.В., Денисенко О.Д. Современное состояние овощеводства. Сборник научных трудов в честь 75-летия со дня образования Краснодарского научно-исследовательского института овощного и картофельного хозяйства. 2006. Издательство ООО «Просвещение-Юг», 315 с.

DOI: 10.33775/conf-2021-124-129

УДК 631.524:633.16:581.149:658.562

ПАРАМЕТРЫ АДАПТИВНОСТИ СОРТОВ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ ПО ПРОДУКТИВНОСТИ И КАЧЕСТВУ ЗЕРНА

Ершова Л.А., Голова Т.Г., Кузьменко С.А.

ФГБНУ «Воронежский ФАНЦ имени В.В. Докучаева»

Аннотация. В Центральном Черноземье яровой ячмень - важная зернофуражная культура, зерно является сырьем в пищевой и пивоваренной промышленности. В хороших пивоваренных сортах содержание белка должно быть в пределах 9-11%, а содержание крахмала – 56-70%. Кормовой ячмень характеризуется высоким содержанием и белка и крахмала. Качество зерна, как известно, определяется совокупностью действия внешних (агроклиматических) и внутренних (наследственных) факторов. Поэтому, для максимальной реализации биологического потенциала и получения зерна высокого качества, необходимы хорошо адаптированные к условиям зоны выращивания сорта, показывающие стабильность продуктивности и качества в различных условиях вегетации.

Ключевые слова: яровой ячмень, сорт, параметры адаптивности, корреляционные связи, Икорец, Курлак, Зу Сурен.

DOI: 10.33775/conf-2021-124-129

UDC 631.524:633.16:581.149:658.562

ADAPTABILITY PARAMETERS OF SPRING BARLEY VARIETIES IN TERMS OF PRODUCTIVITY AND GRAIN QUALITY

Ershova L.A., Golova T.G., Kuzmenko S.A.

FSBSI V.V. Dokuchaev Federal Agrarian Scientific Center, Voronezh

Abstract. In the Central Black Earth Region, spring barley is an important grain fodder crop; grain is a raw material in the food and brewing industry. Good brewing varieties should have a protein content between 9-11% and a starch content between 56-70%. Fodder barley is high in both protein and starch. Grain quality is known to be determined by the combination of external (agro-climatic) and internal (hereditary) factors. Therefore, in order to maximize the biological potential and obtain high quality grain, varieties that are well adapted to the conditions of the growing zone are needed, showing the stability of productivity and quality in various growing conditions.

Key words: spring barley, variety, adaptability parameters, correlations, Ikorets, Kurlak, Zu Suren.

Нами проведено изучение зависимости от погодных условий урожайности и содержания в зерне белка и крахмала у различных районированных сортов ярового ячменя. Влияние погодных условий на содержание белка и крахмала в зерне определяли методом корреляционного анализа. Условия вегетации определялись по гидротермическому коэффициенту (ГТК) увлажнения за период всходы-колошение (ГТК₁) и колошение-полная спелость (ГТК₂). ГТК рассчитывали по Г.Т. Селянинову [4] на основе данных метеостанции «Каменная Степь» в классификации: влажно – 1,3-1,6; слабо засушливо – 1,0- 1,3; засушливо – 0,7-1,0; очень засушливо – 0,4-0,7; сухо - <0,4. Статистическую обработку данных проводили методами дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову [2], экологическую пластичность определяли по В.З. Пакудину и Л.М. Лопатиной [3] с помощью программы Microsoft Excel, устойчивость сортов к стрессам – по уравнениям А.А. Rossielle и J. Hamblin в изложении А.А. Гончаренко [1]. Вегетационный период 2017 года отличался оптимальными температурами и влажностью почвы (ГТК₁ = 1,18, ГТК₂ = 0,73). В последующие годы проявление засушливых условий наблюдалось: в 2018 г. в течение всего периода вегетации (ГТК₁ = 0,27, ГТК₂ = 0,35), в 2019 г. - в первой половине вегетации, с дефицитом осадков до фазы налива зерна (ГТК₁ = 0,56, ГТК₂ = 1,1), в 2020 - во второй половине вегетации при оптимальном для вегетации ячменя температурном режиме и влагообеспеченности до выхода в трубку (ГТК₁ = 1,0, ГТК₂ = 0,55).

Урожайность ячменя в целом находится в высокой зависимости от гидротермических условий всего периода вегетации (табл. 1). По элементам продуктивности корреляционный анализ показал различные требования к температурному и водному режимам. Современные, особенно пивоваренные, сорта характеризуются высокой продуктивной кустистостью. Для формирования высокого продуктивного стеблестоя более значимы медленное нарастание высоких температур и осадки в начале вегетации. Важный составляющий элемент продуктивности – высокая масса 1000 зерен. Кроме того, крупное зерно более востребовано в крупяной и пивоваренной промышленности. Получение хорошо выполненного крупного зерна в условиях недостаточной влагообеспеченности находится в высокой положительной зависимости от влагообеспеченности всего периода вегетации.

Таблица 1. Показатели корреляционных связей

Фактор	Коэффициент корреляции, r				
	урожайность	продуктивный стеблестой	МТЗ	белок	крахмал
t°С до колошения	-0,6***	-0,39**	-0,21	0,51***	-0,47**
t°С после колошения	0,4**	0,02	0,01	-0,38*	0,09
Осадки до колошения	0,54***	0,58***	0,67***	-0,59***	-0,19
Осадки после колошения	0,53***	0,10	0,66***	-0,48**	0,43**

Примечание: ***, **, * - достоверно на 0,1, 1,0 и 5,0 % уровнях значимости.

В среднем за четыре года исследований лучшей продуктивностью в условиях Каменной Степи характеризовались ранне- и среднеспелые сорта степного типа местной селекции Курлак, Тамлык, Янтарь, Таловский 9 (табл. 2).

Таблица 2. Урожайность (ц/га) и параметры экологической пластичности сортов ячменя.

Сорт	Урожайность, ц/га			У ₂ -У ₁	(У ₁ +У ₂)/2	bi	Ном
	min	max	средняя				
Приазовский 9	25,1	43,0	33,7	-17,9	34,0	0,76	8,23
Таловский 9	25,0	43,5	34,3	-18,5	34,2	0,76	8,26
Икорец	24,0	45,6	33,2	-21,6	34,8	0,91	5,66
Тамлык	28,5	49,6	38,3	-21,1	39,0	0,87	7,79
Курлак	29,8	50,6	39,4	-20,8	40,2	0,89	7,70
Янтарь	27,5	50,2	36,4	-22,7	38,8	1,00	5,33
Саншайн	22,7	41,0	30,9	-18,3	31,8	0,77	6,89
Ейфель	23,7	45,0	33,9	-21,3	34,3	0,87	5,79
Зу Сурен	15,1	47,7	29,7	-32,6	31,4	1,37	1,99
Осколец	11,6	46,2	30,0	-34,6	28,9	1,42	1,83
Зу Заза	17,2	49,2	30,0	-32,0	33,2	1,37	2,07
НСР _{0,5}	3,87	2,16	2,25	4,15	2,34	0,17	1,71

Продуктивность местного сорта Икорец, который по биологическим характеристикам ближе к западноевропейскому типу, и засухоустойчивого западного сорта Ейфель были на уровне стандартного сорта Приазовский 9. Благодаря низкой интенсивности роста в нача-

ле вегетации, средне-поздние сорта западной селекции переносят неблагоприятный период ранневесенней засухи в фазе кущения и, активно используя осадки конца мая, формируют высокий стеблестой. Однако, из-за растянутого периода созревания, они, практически ежегодно, подвергаются негативному воздействию второй волны засухи, приходящейся на период налива и созревания зерна. Поэтому интенсивные сорта европейской селекции Зу Сурен, Осколец и Зу Заза формировали в условиях засухи самую низкую продуктивность.

Важный показатель современных сортов – устойчивость к стрессовым условиям произрастания, выражающийся в разности между урожайностью в неблагоприятный и благоприятный год ($Y_2 - Y_1$). Чем она меньше, тем выше стрессоустойчивость и шире диапазон его приспособительных возможностей [3]. В целом стрессоустойчивость изученных местных сортов была средней, сорта западной селекции Зу Заза, Зу Сурен, Осколец показали наименьшую стрессоустойчивость.

Средняя урожайность сорта в контрастных (стрессовых и оптимальных) условиях характеризует генетическую гибкость сорта, его компенсаторную способность. Чем выше этот показатель, тем выше степень соответствия между генотипом сорта и различными факторами среды. В наших исследованиях наибольшей величиной показателя характеризовались новые сорта Янтарь, Тамлык, Курлак. Показатели сортов Икорец и Эйфель были на уровне высоко адаптированных и широко распространенных по области сортов Приазовский 9 и Таловский 9.

Оценка экологической пластичности (по коэффициенту регрессии b_1) изученных сортов подтвердила высокую зависимость от погодных условий интенсивных европейских сортов, что обусловило их низкую гомеостатичность. Коэффициент вариации урожайности засухоустойчивого сорта Эйфель был самым низким среди всех изученных сортов (19,6%), но он был наименее продуктивным в благоприятные по увлажнению годы.

Сорта Янтарь и Икорец выделяются наибольшей пластичностью, изменение их урожайности по годам полностью соответствует изменению условий выращивания. Менее всего на изменения условий среды реагировали районированные сорта Приазовский 9, Таловский 9 и Саншайн. Они характеризуются высоким уровнем стрессоустойчивости при среднем уровне зерновой продуктивности.

Показатели качества зерна анализируемых сортов ячменя в зависимости от условий выращивания представлены в таблице 3.

Таблица 3. Технологическая характеристика сортов (2017-2020 гг.)

Сорт	Масса 1000 зерен, г		Содержание в зерне, %			
	(min–max)	bi	белка (min–max)	bi	крахмала (min–max)	bi
Приазовский 9	37,7–44,4	0,72	10,5–12,9	1,10	53,9–56,2	0,63
Таловский 9	39,0–48,5	1,05	11,2–13,1	0,72	53,6–57,4	0,88
Икорец	41,3–49,5	0,96	10,0–11,8	0,56	55,2–58,5	1,07
Тамлык	38,6–45,3	0,71	10,7–12,7	0,94	53,4–59,3	1,68
Курлак	42,9–51,1	0,70	9,4–11,9	1,09	54,5–57,9	1,05
Янтарь	39,1–47,3	0,94	10,6–12,4	0,82	52,9–56,6	1,25
Саншайн	36,2–47,4	1,22	11,1–13,4	1,11	55,8–56,8	0,20
Ейфель	39,4–46,1	0,75	10,7–12,1	0,66	54,0–57,0	0,82
Зу Сурен	33,6–46,7	1,30	10,1–12,4	0,97	52,8–58,9	1,80
Осколец	30,1–43,5	1,62	9,6–13,7	1,82	52,6–56,7	0,97
Зу Заза	36,3–45,6	1,04	9,6–12,4	1,20	54,8–58,2	0,66

Местные сорта Таловский 9 (фуражного направления), Икорец, Курлак, Янтарь (пивоваренного направления) характеризуются крупным зерном, по массе 1000 зерен они достоверно превышают стандартный сорт Приазовский 9, показатели крупности и выравненности в условиях острой засухи соответствовали 1 классу (более 80%). Наиболее высокую среднюю массу 1000 зерен в контрастных условиях формирует сорт Икорец – 47,0 г, у него отмечено и менее резкое снижение этого показателя в острозасушливых условиях 2018 года. Среди пивоваренных сортов западноевропейского типа более крупное зерно в разных условиях вегетации стабильно формирует сорт Ейфель.

Анализ корреляционных связей (табл. 1) выявил высокую отрицательную связь между содержанием белка в зерне и осадками, выпадавшими в период всей вегетации и существенную положительную связь с суммой температур в период всходы - колошение. Среди пивоваренных сортов западной селекции наиболее низким содержанием белка в зерне характеризуется сорт Зу Заза ($x=10,95\%$, стекловидность зерна – $6,98\%$). Отличные показатели у сортов Зу Сурен ($\bar{x}=11,25\%$, стекловидность $9,30\%$), и Ейфель ($x=11,15\%$,

стекловидность – 14,98%), однако в условиях засухи они формируют слабо выполненное зерно с высоким содержанием белка. Среди сортов степной группы низкое содержание белка в зерне за все годы изучения отмечено у сортов Курлак и Икорец со средним значением 11,23% и 11,20% соответственно. Низкобелковое зерно ($x=11,3\%$) формирует и сорт Янтарь, но реакция на засуху у него более высокая, на уровне западных сортов. Стабильно высоким содержанием в зерне крахмала в условиях недостаточного увлажнения характеризуются сорта Икорец ($x=56,78\%$), Курлак ($x=56,60\%$), Зу Заза ($x=56,53\%$), Зу Сурен ($x=56,63\%$) и Саншайн ($x=56,23\%$).

Таким образом, в условиях недостаточного и неустойчивого увлажнения более ценное для пивоваренного производства зерно в благоприятные и оптимальные по влагообеспеченности годы формируют сорта Эйфель, Зу Сурен, Зу Заза и Осколец, показывая высокую стабильность показателей содержания в зерне белка и крахмала. Но в засушливых условиях они резко снижают не только урожай, но и качество зерна. Местные сорта, как более адаптированные к условиям зоны, формируют высокий урожай и в условиях засухи, отличаются крупным выравненным зерном с хорошими пивоваренными показателями. Однако стабильность показателей качества в целом ниже, чем у западных сортов, более стабильны они у сортов Икорец и Курлак. Среди зернофуражных сортов оптимальным сочетанием продуктивности и кормовой ценности характеризуются местные сорта степной группы Таловский 9 и Тамлык.

Литература

1. Гончаренко А.А. Об адаптивности и экологической устойчивости сортов зерновых культур // Вестник Россельхозакадемии. – 2005. - № 6. – С. 49-53.
2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. Изд. 6-е, перераб. и дополн. М.: Агропромиздат. - 2011. - 351 с.
3. Пакудин В.З., Лопатина Л.М. Оценка экологической пластичности и стабильности сортов сельскохозяйственных культур // Сельскохозяйственная биология, - 1984.- № 4.- С. 103–113.
4. Селянинов Г.Т. Принципы агроклиматического районирования СССР // Вопросы агроклиматического районирования СССР. – М.: Изд-во Минсельхоза СССР – 1958. – С. 7-14.

DOI: 10.33775/conf-2021-130-133

УДК 631.52.61

ПОВЫШЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ОБРАЗЦОВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ К НИЗКИМ ТЕМПЕРАТУРАМ

*Батырбаев Е.Б.¹, Зиядуллаев Э.З.¹, Жалгасбаев А.Б.¹, Алимов А.Б.¹,
Бекбанов Б.А.²*

¹*Нукусский филиал Ташкентского ГАУ, г. Нукус,*

²*Каракалпакский научно-исследовательский институт земледелия
г. Чимбай*

Аннотация. В Республике Каракалпакстан озимая пшеница является ведущей продовольственной культурой. При высокой агротехнике передовые хозяйства получают 70-90 ц зерна с гектара. Однако средние урожаи ее низки.

Большое разнообразие агроэкологических условий республики ставит перед селекционерами задачу, создание сортов различных агро экотипов. В связи с этим очень важно изучить мировую коллекцию этой культуры, с целью обогатить генофонда озимой пшеницы аналогами соответствующих агро экотипов, а также выявления экологически пластичных форм.

Ключевые слова: озимая пшеница, зимостойкость, засухоустойчивость, исходный материал, селекция.

DOI: 10.33775/conf-2021-130-133

UDC 631.52.61

INCREASING RESISTANCE OF WINTER WHEAT SAMPLES TO LOW TEMPERATURES

*Batyrbaev E.B.¹, Ziyadullaev E.Z.¹, Zhalgasbayev A.B.¹, Alimov A.B.¹,
Bekbanov B.A.²*

¹*Nukus branch of Tash SAU in Nukus*

²*Karakalpak Research Institute of Agriculture, Chimbay*

Abstract. In the Republic of Karakalpakstan, winter wheat is the leading food crop. With high agricultural technology, advanced farms obtain 70-90 centners of grain per hectare. However, its average yields are low.

A wide variety of agro-ecological conditions of the republic poses a task for breeders to develop varieties of various agro-ecotypes. In this regard, it is very important to study the world collection of this crop in order to enrich the winter wheat gene pool with analogs of the corresponding agro-ecotypes, as well as to identify ecologically plastic forms.

Key words: winter wheat, winter hardness, drought resistance, source material, breeding.

При создании новых высокопродуктивных сортов, особое внимание уделяется зимостойкости, засухоустойчивости, качеству зерна и другим признакам. Для осуществления намеченных задач, следует создавать и рекомендовать производству новые, скороспелые, высокопродуктивные, морозостойкие сорта, устойчивые к засухе, болезням и вредителям.

Работа по созданию исходного материала для селекции пшеницы начата недавно. До этого велось конкурсное сортоиспытание сортами, полученными из разных селекционных учреждений.

С целью выделения необходимых родительских пар для скрещивания, ранее было проведено изучение более 600 коллекционных образцов пшеницы, благодаря чему отобрали образцы для скрещивания и для отбора.

Степень изученности исходного материала по важнейшим признакам и биологическим свойствам, во многом определяет успех селекционной работы.

Основными методами селекции зерновых колосовых культур, является гибридизация с последующим многократным отбором. Для скрещивания подбирается сорта с большим числом положительных признаков и свойств.

Можно достигнуть успеха в селекции на зимостойкость в сочетании с другими хозяйственно-полезными признаками, при правильном подборе исходного материала и схем скрещивания [1].

При создании зимостойких и засухоустойчивых сортов озимой пшеницы интенсивного типа, большое значение имеет широкое использование богатейшей сортовой коллекции пшеницы [2].

Одним из основных признаков исходного материала, является хорошо развитая корневая система, быстро проникающая в почву до наступления заморозков [3].

Опыт проводился на экспериментальной базе Каракалпакского НИИ земледелия, расположенный на севере республики. Почва опытного участка лугового типа, по механическому составу относится к средне-суглинистым и средне-засоленным. Уровень грунтовых вод находится приблизительно на глубине 1,3-1,8 м

На опытном участке в августе проводился промывные поливы. Перед вспашкой вносили суперфосфат, из расчета 120 кг. на гектар. Вспашку провели на глубину 20-22 см., затем бороновали в 2 следа с малованием. За вегетации проводились подкормка минеральными

удобрениями 3 раза: в период отрастания, в фазе выметывания и в фазу колошения с годовой нормой 200 кг. аммиачной селитры (в действующей в-в). После каждой подкормки дали вегетационный полив с нормой 600-900 м³/га.

В качестве исходного материала подобраны существующие сорта и различные коллекционные образцы озимой пшеницы. Опыт заложен в оптимальный срок, для условий региона. Посев произведен вручную. Каждый сорт посеян на площади 1 м² по 100 шт. семян каждый. Все образцы высевались на глубину 2 и 4 см. в трех повторности. После полного появления всходов, подсчитали число взшедших растений в делянке. После весеннего отрастания подсчитывали перезимовавших растений и вычисляли процент зима стойкости сортов. За период вегетации определяли дату наступления колошений, фазы спелости, урожайности. Опыт проводился по методике Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур, полученные данные обрабатывали по методике Б.А.Доспехова.

Как выяснилось, значительному снижению устойчивости растений к низким температурам влияют и глубины посева семян, что отрицательно сказывается на последующей их выживаемости в весенне-летний период. Перезимовка растений в полевых условиях указывают на слабую зимостойкость посеянных на глубину 2 см., которые уходят к зиме плохо укоренившимися, с малым запасом пластических веществ. Менее зимостойкие сорта интенсивнее расходуют запасы в течение зимы и приходят к весне меньшим их запасом, а следовательно более истощенным. У растений, получивших повреждения при воздействии низких температур, прохождения фаз развития, намного запаздывает по сравнению, с не поврежденными растениями.

Семена, посеянные на оптимальную глубину, в условиях нормального температурного режима, хорошей влагообеспеченности, растений образуют более мощную корневую систему.

У сортов и образцов, посеянных на глубину 2 см., перезимовавших растений составила в пределах 86-88%, но некоторые образцы, как Янбаш, 16 Iwwytir - 9836, 15 Iwwytsa - 5, 13 AITIR -6153, 16 Iwwyt-ir - 9810 показали хорошую зимостойкость и при неглубокого посева семян. При посеве семян на глубину 4 см., зимостойкость растений была в пределах 94-96 %. Изучаемые образцы имеют различную зимостойкость в зависимости от глубины посева. Так, у не-

которых образцов, как 20 Fawwsa - 305, 20 Fawwsa - 214, 13 Aytir - 6143, 16 Iwwyt –ir – 9838 20 Fawwir - 120 сохранились к весне более 94% растений, в то время как менее пластичные 13 Ytir - 6156, 20 Fawwir - 116 около 88%.

Наиболее высокая мороза- и зимостойкость отмечена у следующих образцов: Деметра (Россия), Калум (Россия), Attila //Agri /Nac/3/-Eskina (Туркия- Симмит- ИКАРДА), F06522Gi1-1(Румыния), ОК 07218 (США), ОК 09634 (США), Остров (Румыния), Левед (Россия), Гром (Россия) и у отечественного сорта Яксарт. Как видно, морозостойкие образцы оказались и засухоустойчивыми. В благоприятном 2018 г. сорта выделившиеся по зимостойкости и засухоустойчивости в 2017 г., по урожаю зерна с 1 кв.м. превзошли стандарт Краснодарский – 99 на 165-465 г. на м². По урожаю зерна с 1 кв.м выделились образцы ОК 07214, ОК 07218 из США, соответственно 760,718 г., Polovchanka//Pehlivan из Турции 675 г. и Гром из России 666 г., при урожае стандартного сорта Краснодар -99-512 г.

Менее зимостойкие сорта за период зимовки теряют много надземной массы. Вследствие повреждения низкими температурами, у них медленно идёт регенерация надземных частей в весенний период. Важным качеством сорта является его пластичность, т.е. способность формировать такие свойства: как морозостойкость, зимостойкость на более длительном отрезке времени.

Литература

1. Полтарев Е.М. Устойчивость озимой пшеницы к неблагоприятным условиям зимовки. В сб. Селекция и семеноводство, Киев, 1976, С.72-80
2. Шелепов В.В. Селекция на зимостойкость мягкой озимой пшеницы в условиях юга Украины. Сб. «Селекция и семеноводство», Киев, «Урожай», 1979, С.12-16
3. Херд Э. E Hurd, Drought injury and resistance in crops. //Сельское хозяйство за рубежом. Изд. «Колос», 1973, № 2, С.35-38

DOI: 10.33775/conf-2021-134-137

УДК 633.11:581.4

ФОРМИРОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ПРОДУКТИВНОСТИ У СОРТОВ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

*Бекбанов Б.А., Нагыметов О., Айтмуратов Р.М., Исмаилов О.Т.
Каракалпакский научно-исследовательский институт земледелия,
Чимбай*

Аннотация. Современные производства предъявляют высокие требования к вновь создаваемым сортам зерновых культур. Новый сорт должен быть высоко рентабельным и окупать затраты на свое производство стабильной урожайностью и высоким качеством зерна. В решении этой проблемы большая роль отводится селекции и семеноводству.

Ключевые слова: яровая пшеница, урожайность, высокопродуктивные сорта, колос, зерновка.

DOI: 10.33775/conf-2021-134-137

UDC 633.11:581.4

FORMATION OF PRODUCTIVITY ELEMENTS IN SPRING WHEAT VARIETIES

*Bekbanov B.A., Nagymetov O., Aitmuratov R.M., Ismaylov O.T.
Karakalpak Research Institute of Agriculture, Chimbay*

Abstract. Modern production places high demands on newly developed varieties of grain crops. The new variety should be highly profitable and cover the costs of its production with stable yields and high quality grain. Breeding and seed production play an important role in solving this problem.

Key words: spring wheat, yield, high productive varieties, spike, caryopsis

В целях повышения урожайности, в условиях резко континентального климата, а также для повышения валовых сборов зерна, необходимо создавать и внедрять в производство новые высокопродуктивные сорта яровой мягкой пшеницы

Знание процессов формирования урожая, дает возможность управлять ими и для выявления закономерностей деятельности роста и развития растений во взаимодействии с условиями выращивания. Как правило, в полевых условиях, в зависимости от погоды и приемов агротехники, наблюдаются значительные различия в урожайности пшеницы по годам.

Сравнительная оценка развития элементов продуктивности колоса у яровой мягкой пшеницы ранее не проводилась, поэтому этот вопрос является актуальной задачей, т.к. позволит выделить сорта, или группы сортов, выгодно отличающихся от других по сбалансированности развития элементов продуктивности колоса.

Структурный анализ растений позволяет оценить особенности погодных и технологических условий в период формирования элементов продуктивности. В частности, число боковых побегов растения, определяется в момент кущения. При наличии достаточного количества влаги в пахотном слое, интенсивно развиваются узловые корни. В дальнейшем число боковых побегов будет зависеть от плотности посева, наличия влаги и элементов минерального питания [1].

Общее число боковых побегов, как показали наши исследования, существенно варьируют по годам вегетации 2020 г. от 1,23 (Семург) до 1,68 (Саратовская-29) шт. на 1 растение; в условиях 2021 г. от 1,46 (Жануб гавхари) до 1,80 (Саратовская-29) шт.

Таким образом, анализ распределения побегов пшеницы по элементам продуктивности колоса и сбалансированности их развития исследуемых сортов позволяет заключить, что в конкретных агроклиматических условиях лишь некоторые сорта максимально проявят свои потенциальные возможности.

Формирование числа колосков, зависит от температуры в момент формирования колоса. Высокие температуры приводят, как правило, ускорению темпов заложения колосков и соответственно уменьшения их общего числа. Заложение в последующем элементов соцветия, также в сильной степени зависит от температур. В конечном итоге, это может приводить, не только к уменьшению количества колосков в колосе, но и зерновок в колоске. На основании данных [5], засуха, в момент морфогенеза побегов кущения и элементов соцветия, приводит к существенному различию сортов по проявлению этих признаков. Одни сорта будут существенно отставать, а другие сорта ускоренно завершают развитие боковых побегов и соцветия.

По результатам проведенного нами исследования было установлено, что при норме высева семян 600 растений на 1 м², в основном урожай дает главный побег. В тоже время наличие некоторых боковых побегов, являлись непродуктивными.

Число колосков колоса, как известно, зависит от длины колоса, а также от расстояния между ними на стержне колоса [3]. Представляет интерес зависимость между числом колосков и числом зерновок в колосе.

По годам исследования наблюдались существенные сортовые различия по числу не озернённых колосков, что являлось следствием неблагоприятных условий в период цветения и формирования зерновки. В годы исследования доля не озернённых колосков составляла: в 2020 г. – от 3,0 до 13,0 %; в 2021 г. – от 4,0 до 16 %.

В условиях неблагоприятного по влагообеспеченности года, когда засушливый период приходится на момент цветения и формирования зародыша зерновки, выявлено существенное увеличение большего числа не озернённых колосков

Число зерновок в колосе в значительной мере определяется длиной колоса, существенно различающейся, между сортами; но зависит также от плотности колоса и числа зерновок в колоске. В наших исследованиях, число зерновок в колоске по годам вегетации достигало: в 2020 г. – от 1,23 у Жануб гавхари до 2,16 шт. у Саратовская 29.; в 2021 г. – от 1,38 у Семург и 2,31 шт. у Саратовская -29.

Как известно, наряду с генотипическими особенностями, определяющими величину массы зерновки, существенное влияние оказывают погодные условия в период налива зерна [4]. Длина колоса существенно варьирует по годам вегетации. Число колосков в колосе яровой мягкой пшеницы, варьирует в зависимости от года вегетации. Число зерновок в колосе существенно варьировало по годам вегетации от 15,3 у Жануб гавхари до 38,8 шт. у Саратовская-29.

У яровой пшеницы за время вегетации в полевых популяциях происходит формирование их структуры. Причинами дифференциации структуры популяции, являются общие климатические условия года, разная качественность зерновок, норма посева.

Условия вегетации существенно сказываются на структуре популяции пшеницы элементов продуктивности колоса: числа колосков и зерновок колоса, массы зерновок. Более благоприятные климатические условия, повышают число растений, относимых к более высоким классам по элементам продуктивности колоса. Некоторые сорта как Саратовская-29, отличается стабильным проявлением признаков элементов продуктивности.

Одним из признаков высокой продуктивности сорта пшеницы, согласно исследованиям [1], является сбалансированность развития, так

называемых элементов продуктивности побега: число продуктивных побегов, число колосков колоса, количество зерновок в колосе, масса зерновок. Определить наличие или отсутствие сбалансированности в развитии элементов продуктивности сорта, возможно, как следует из методики З.А. Морозовой (1983), только после анализа структуры урожая для каждого из элементов продуктивности растений.

На основании структурного анализа продуктивности яровой мягкой пшеницы можно заключить:

– общее число боковых побегов, как показали исследования, существенно варьируют по годам вегетации

– длина стебля, являясь основным признаком сорта, существенно варьирует по годам вегетации. У сорта Саратовской -29 отмечено возрастание длины стебля.

– длина колоса существенно варьирует по годам вегетации, составляя от 68 у Семург до 90 мм. у Саратовская 29.

– число колосков в колосе варьирует в зависимости от года вегетации - от 8,1 у Семург до 17,8 шт.у Саратовская 29.

– число зерновок в колосе яровой мягкой пшеницы существенно варьировало по годам вегетации от 14,8 у Жануб гавхари до 36,7 шт. у Саратовская -29

– масса зерновки существенно варьирует по годам вегетации – от 27,0 у Семург до 38,0 мг у Саратовская -29.

Таким образом, для получения устойчивой величины урожая в определенных зонах возделывания в разные по погодным условиям годы, необходимо высевать несколько районированных сортов.

Литература

1. Дворянкин Ф.А., Морозова З.А. Метод структурного анализа продуктивных возможностей сортов пшеницы и ржи по элементам урожая // Экология и биоценология. М., 1974. С.17 -27.
2. Евдокимова О.А. Рост боковых почек и продукционный процесс у разных видов пшеницы // Продукционный процесс, его моделирование и полевой контроль. Саратов: НИИСХ Юго-Востока, 1990. С. 52-57.
3. Кабанов П.Г., Давид М.П. Оценка погодных условий отдельных лет // Науч. тр. НИИСХ Юго-Востока. 1972. Вып.31. С.103 -192.
4. Морозова З.А. Основные закономерности морфогенеза пшеницы и их значение для селекции. М.: МГУ, 1986. 164 с.
5. Серебрякова Т.И. Морфогенез побегов и эволюция жизненных форм злаков. М.: Наука, 1971. 357 с.

DOI: 10.33775/conf-2021-138-141

УДК 635.63:635-152

РЕЗУЛЬТАТЫ СЕЛЕКЦИИ ОГУРЦА В ОТКРЫТОМ ГРУНТЕ КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Борцова Ю.В.

*Всероссийский научно-исследовательский институт овощеводства
– филиал ФГБНУ ФНЦО, г. Киров*

Аннотация. Кировская область находится в Северо-Восточном регионе Нечернозёмной зоны. Одной из распространённых овощных культур, выращиваемых населением области, является огурец. Огурец возделывают в остеклённых, плёночных, поликарбонатных теплицах, малогабаритных наземных укрытиях, в открытом грунте. Выращивание культуры в открытом грунте является наиболее простым и малозатратным способом.

Ключевые слова: селекция огурца, Кировская область, вегетационный период, гибриды, открытый грунт.

DOI: 10.33775/conf-2021-138-141

UDC 635.63:635-152

RESULTS OF CUCUMBERS BREEDING IN THE OPEN FIELD OF THE KIROV REGION

Bortsova Yu.V.

*All-Russian Scientific Research Institute of Vegetable Growing –Branch
of the FSBSI Federal Scientific Vegetable Center, Kirov*

Abstract. The Kirov region is located in the North-Eastern region of the Non-Chernozem zone. Cucumber is one of the widespread vegetable crops grown by the population of the region. Cucumber is cultivated in glazed, film, polycarbonate greenhouses, small-sized ground shelters, in the open field. Growing crops in the open field is the simplest and most cost-effective way.

Key words: cucumber breeding, Kirov region, vegetation period, hybrids, open ground.

Климат Кировской области имеет ряд особенностей – не достаточно высокая для огурца сумма биологически активных температур, резкие перепады дневных и ночных температур, в конце мая -

начале июня часто наблюдается возврат холодов, а в конце августа – ранние заморозки. При затяжной дождливой погоде растения огурца поражаются болезнями.

В условиях короткого прохладного вегетационного периода для получения высокого урожая огурца актуально применение таких агротехнических мероприятий, как расположение гряд с востока на запад на южной стороне склона, утепление их навозом, выращивание на гребнях, использование дуг, шпалеры, укрывных материалов [1]. Однако первоочередное значение имеет подбор сортов и гибридов. В связи с этим, в 2011 году во ВНИИО были начаты исследования по селекции гетерозисных гибридов огурца для открытого грунта Северо-Восточного региона Нечернозёмной зоны.

Целью нашей работы является создание адаптированных гибридов F₁ огурца, способных при коротком прохладном периоде вегетации рано и стабильно давать высокий урожай товарной продукции в открытом грунте, пригодные для засола.

Материалы и методы. В ходе работы мы испытали в открытом грунте 170 линий, сортов, гибридов огурца отечественной и зарубежной селекции. Лучшие образцы использовали в дальнейшей селекционной работе, и на их основе получили новые гибридные комбинации и испытали их по комплексу хозяйственно-ценных признаков.

В данной статье представлены результаты испытания полученных гибридов F₁ огурца в 2018 и 2020 годы (в 2019 г. исследования не проводили в связи с отпуском по уходу за ребёнком) в контрольном питомнике.

Научная работа проведена в открытом грунте согласно методикам: Методические указания по селекции огурца (1985); Рекомендации и методические указания по селекции и семеноводству огурца (1999); Методика полевого опыта в овощеводстве (2011) [3, 4, 5].

Огурец выращивали в расстил. Число учётных растений – 15 штук, площадь делянки 2,1 м², повторность двукратная, размещение делянок рендомизированное. За стандарт приняли популярный в регионе районированный гибрид F₁ Герман.

Во время вегетации растений проводили фенологические, органолептические, биометрические учёты и наблюдения, учёт признаков растений и плодов, учёт ранней (за первые две недели плодоношения) и общей урожайности, учёт устойчивости растений к бакте-

риозу и пероноспорозу на естественном инфекционном фоне, учёт холодостойкости.

Результаты и обсуждения. Для открытого грунта Кировской области одним из главных направлений селекции огурца является создание скороспелых гибридов F₁. В результате двухлетнего испытания по высокой ранней урожайности 21,6 т/га выделили гибрид F₁ 558 при урожайности стандарта F₁ Герман 17,2 т/га (табл.).

Таблица. Урожайность гибридов F₁ огурца в открытом грунте Кировской области (в среднем за 2018 и 2020 гг.)

Наименование	Ранняя урожайность		Общая урожайность		Товарность, %
	т/га	% к St	т/га	% к St	
F ₁ Герман St	17,2	100	83,6	100	83
F ₁ 544	16,4	95	91,7	110	76
F ₁ 558	21,6	126	81,0	97	80
F ₁ 592	18,8	109	81,8	98	84
НСР _{0,5}	3,2		5,1		3

По высокой общей урожайности 91,7 т/га выделили гибрид F₁ 544, урожайность стандарта F₁ Герман составила 83,6 т/га.

Необходимо выделить еще один гибрид - F₁ 592. В течении двух лет он не уступал стандарту F₁ Герман по ранней, общей урожайности и товарности продукции. Однако его выделили по устойчивости к болезням на естественном инфекционном фоне. В открытом грунте Северо-Восточного региона Нечернозёмной зоны России в конце вегетации посадки огурца ежегодно поражаются возбудителями угловатой пятнистости (бактериоза) *Pseudomonas syringae* pv. *lachrymans* [2, 6, 8] и ложной мучнистой росы (пероноспороза) *Pseudoperonospora cubensis* Rostowz [7].

В ходе испытания отметили, что раннеспелый, высокоурожайный гибрид F₁ 592 обладает средней устойчивостью к бактериозу (развитие болезни 26-50%) и высокой к пероноспорозу (развитие болезни 10-25%). У стандарта F₁ Герман отмечали очень низкую устойчивость к обоим возбудителям заболеваний.

Таким образом, для дальнейшего испытания в питомнике КСИ выделили 3 гибрида F₁ огурца – F₁ 544, F₁ 558, F₁ 592. Гибриды обладают средней длиной плети, средним и сильным типом ветвления,

женским типом цветения. Плоды гибридов короткие 9-12 см, зелёной или тёмно-зелёной окраски, крупно- или мелкобугорчатые, белошипые, генетически без горечи.

Литературы

1. Габаев С.Г. Огурцы / С.Г. Габаев. – Л., М.: Гос. изд. с.-х. и колхозно-кооперативной литературы, 1932. – 211 с.
2. Косова В.Н. Биологические особенности возбудителей угловатой и оливковой пятнистостей огурца и меры борьбы с ними в условиях Курганской области: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Косова В.Н. – Курган, 2006. – 20 с.
3. Литвинов С.С. Методика полевого опыта в овощеводстве / С.С. Литвинов. – М.: ФГУП «Типография» Россельхозакадемии, 2011. – 648 с.
4. Методические указания по селекции огурца. – М.: Агропромиздат, 1985. – 54 с.
5. Рекомендации и методические указания по селекции и семеноводству огурца / Под общ. ред. акад. РФСХН В.Ф. Пивоварова и акад. МАИ П.Ф. Кононкова. – М.: ВНИИССОК, 1999. – 243 с.
6. Brudbury J.F. Guide to plant pathogenic bacteria / J.F. Brudbury // CAB International Mycological Institute. – 1986. – P. 329.
7. Lebeda A. Cucurbit downy mildew (*Pseudoperonospora cubensis*) – biology, ecology, epidemiology, host-pathogen interaction and control / A. Lebeda, Y. Cohen // Eur. J. Plant Pathol. – 2011. – Vol. 129. – P. 157-192.
8. Young J.M. A proposed nomenclature and classification for plant pathogenic bacteria / J.M. Young, D.W. Dye, J.F. Bradbury, C.G. Panagopoulos, C.F. Robbs // New Zealand Journal of Agricultural Research. – 1978. - № 21. – P. 153-177.

DOI: 10.33775/conf-2021-142-148

УДК 633.18 (1-925.21)

ВКЛАД РОССИЙСКИХ УЧЕНЫХ В РАЗВИТИЕ РИСОВОДСТВА КАЗАХСТАНА

Гаркуша С.В., Зеленский Г.Л.

*ФГБНУ «Федеральный научный центр риса», г. Краснодар
e-mail: zelensky08@mail.ru*

Аннотация. Представлен анализ ситуации, сложившейся в рисоводстве Республики Казахстан. Отмечена роль научно-методической помощи российских ученых казахским коллегам. Проведение экологического испытания российских сортов риса в условиях Кызылординской области с последующим внедрением в производство лучших сортов способствовало повышению эффективности казахского рисоводства. В период 2018-2020 гг. российский сорт Лидер высевался здесь на 70 % площади, занятой под рис. Научные стажировки молодых казахских ученых в лабораториях ФНЦ риса, способствуют формированию нового поколения ученых-рисоводов.

Ключевые слова: Рис, сорт, засоление почвы, экологическое испытание, урожайность.

DOI: 10.33775/conf-2021-142-148

UDC 633.18 (1-925.21)

CONTRIBUTION OF RUSSIAN SCIENTISTS TO THE DEVELOPMENT OF RICE GROWING IN KAZAKHSTAN

Garkusha S.V., Zelensky G.L.

Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Research Center of Rice", Krasnodar

Summary. The article is dedicated to the analysis of the situation in rice growing in the Republic of Kazakhstan. The role of scientific and methodological assistance of the Russian scientists to the Kazakh colleagues is highlighted. Environmental testing of Russian rice varieties in the conditions of the Kyzylorda region, followed by the introduction of the best varieties into commercial production, contributed to an increase in the efficiency of Kazakh rice growing. During 2018-2020 the Russian variety Leader was sown on 70% of the area under rice in Kazakhstan. Scientific internships of young Kazakh scientists in the laboratories of the Federal Research Center of Rice contribute to the formation of the new generation of rice scientists.

Key words: Rice, variety, soil salinity, environmental testing, yield.

Согласно статистике, ежегодно в Республике Казахстан производится от 280 до 350 тыс. тонн риса-сырца. Выход готовой крупы в зависимости от технологии переработки составляет 40-60 %. После заготовки зерна под семена на будущий год и переработки оставшегося объема производится около 130-140 тыс. тонн рисовой крупы. При этом среднегодовое потребление риса в стране составляет порядка 110-120 тысяч тонн. Рисоводство является одной из сельскохозяйственных отраслей, в которой полностью достигнута продовольственная безопасность Казахстана: уровень самообеспеченности населения страны рисом достигает 116-120 %. Потенциально же Казахстан может производить до 300 тысяч тонн рисовой крупы при условии наличия необходимых водных ресурсов [2].

Около 90 % казахского риса производится в Кызылординской области. Наряду с этим, рис выращивают и в Алматинской области на площади около 10 тыс. га. Кроме того, небольшие площади под рисом заняты в Южно-Казахстанской области. Здесь население занимается в основном выращиванием хлопчатника, но на отдельных участках сеют рис для рассоления почвы.

Одной из серьезных проблем рисовой отрасли Казахстана является произошедшее сокращение посевных площадей под рисом по сравнению с советским периодом. В Кызылординской области, с одной стороны не хватает поливной воды, а с другой – имеет место деградация почв вследствие засоления. На засоленных землях рисовых оросительных систем ничего не растет кроме риса, выращиваемого при слое воды. А её не хватает. Сток реки Сырдарья ежегодно снижается. Если к 1976 г. сток реки в устье по сравнению со средним многолетним значением снизился на 54 %, то к 2000 году – на 67 % [4]. Пески усыхающего Аральского моря суховейными ветрами переносятся на возделываемые поля, в том числе рисовые системы, делая их непригодными для использования.

В Алматинской области причина сокращения посевов риса другая: животноводству не хватает кормов. Рисовые системы здесь питаются водой реки Или. Её долины, где построены рисовые системы, окружены обширными полупустынными степями. Здесь пасутся многочисленные табуны лошадей, стада крупного рогатого скота и отары овец. На период зимовки скоту нужно питание. Заготовить сено возможно только на рисовых системах, где выращивают люцерну и другие кормовые культуры. Большинство рисоводческих хозяйств перешло на 4-хпольный севообо-

рот: 1-люцерна, 2-люцерна, 3-рис, 4-яровая пшеница (или ячмень). Реализация сена люцерны дает больший доход хозяйству, чем рис. Поэтому рис здесь используется как мелиорирующая культура.

По мнению профессора Казахского национального аграрного университета Р. Елешева резкое снижение сбора зерна риса в Казахстане обусловлено выведением из сельскохозяйственного оборота вторично засоленных, солонцеватых почв, вследствие бесхозяйственного использования, а также уменьшения интенсивности применения средств химизации, в том числе удобрений до 35 кг/га в 2010 году, против 56 кг/га в 1986 году [1]. Динамику изменения площади посева можно проследить по данным Р. Елешева в таблице 1. Как видно из данных таблицы 1, в постсоветский период в Казахстане уменьшились посевные площади под рисом (на 34 %), снизилась урожайность (на 15 %) и сократился валовой сбор зерна (на 43,8 %).

Научное обеспечение отрасли рисоводства в Казахстане осуществляет Казахский научно-исследовательский институт рисоводства им. Ибрая Жахаева, расположенный в г. Кызылорда. Специалистами института создаются сорта риса, адаптированные к местным условиям, ведется их семеноводство, а также разрабатываются элементы их агротехники.

Таблица 1. Динамика посевных площадей и урожайности риса в Казахстане [1]

Показатели	Годы пятилеток				
	1986-1990	1991-1996	1997-2000	2001-2005	2006-2010
Посевная площадь, тыс. га	130,8	109,6	79,8	78,2	86,6
Урожайность, ц/га	41,3	32,1	29,3	31,9	35,1
Валовой сбор, тыс. тонн	540,0	351,8	233,8	249,4	304,0

К 2013 году по Кызылординской области в перечень допущенных к использованию сортов риса включены 5 сортов казахской селекции: Маржан (1987 г.), АШ-16 (1992 г.), Арал 202 (2006 г.), Ару (2007 г.) и Токускен 1 (2008 г.). Государственное испытание и производственную проверку проходили сорта нового поколения Арал 5, Арал 6, Арал 7, безостые, с продуктивностью на уровне зарубежных аналогов [3]. Ведется селекционная работа на дальнейшее повышение продук-

тивности риса с привлечением зарубежных сортов нового типа [7, 8], и с использованием оценок на стрессовые факторы среды [10, 11].

Кроме сортов риса местной селекции в Казахстане традиционно возделывают и российские сорта. Ещё в советское время здесь были районированы сорта Кубань 3, Краснодарский 424, Лиман, Солнечный и др. Однако основные площади долгое время занимал местный сорт риса Маржан, среднеспелый, приспособленный к аридным условиям. Остистость метелок Маржана повышает жаростойкость растений, но снижает технологичность при уборке, поэтому рисоводы считают этот признак недостатком сорта.

Ученые Федерального научного центра риса (бывшего Всероссийского НИИ риса) поддерживают традиционные плодотворные научные связи с коллегами из Казахстана. Многолетнее сотрудничество ведется со специалистами Казахского НИИ рисоводства им. И. Жахаева, Кызылординского государственного университета имени Коркыт Ата, а также Института биологии и биотехнологии растений, расположенного в городе Алматы. В этих взаимоотношениях выделяются несколько направлений: 1. Организация проведения взаимного экологического испытания новых сортов риса в Кызылординской области и Краснодарском крае и внедрение лучших в условиях Казахстана; 2. Совместное создание новых сортов риса; 3. Оказание научной и методической помощи кубанскими учеными казахским рисоводам; 4. Подготовка научных кадров и публикации казахскими учеными результатов своих исследований в российском журнале «Рисоводство».

Экологические испытания сортов риса начаты с 2008 г., а в 2010 г. между ТОО «Казахский НИИ рисоводства» и ФГБНУ «ВНИИ риса» заключен Договор о расширении этих исследований. Сорта риса изучали в Кызылординской области и в Краснодарском крае на продуктивность, устойчивость к засолению почвы, толерантность к болезням и вредителям; определяли качественные показатели зерна [5]. Эти исследования показали, что в условиях Краснодарского края казахские сорта уступают по продуктивности сортам местной селекции. Они могут использоваться как исходный материал в селекционной работе по таким признакам, как солеустойчивость и толерантность к воздушной засухе.

В Кызылординской области ряд российских сортов риса превзошли по урожайности местные сорта. Поэтому было принято решение выделившиеся по результатам экологического сортоиспытания российские сорта Лидер, Новатор и Янтарь (с 2008 г.), Анаит и Фишт (с 2012 г.) включить в Госреестр допущенных к использованию по Кызылордин-

ской области. В КазНИИ рисоводства по соглашению с ВНИИ риса начато первичное семеноводство этих сортов. Однако объем производимых элитных семян оказался недостаточен, поэтому крупные хозяйства покупают семена российских сортов риса в Краснодарском крае [9].

Поставки элитных семян сортов риса из России способствовали расширению их площади посева (табл. 2), увеличению валового сбора зерна и повышению эффективности казахского рисоводства.

Таблица 2. Площадь посева основных сортов риса в Кызылординской области Республики Казахстан в 2012-2020 гг.

Сорт		Год								
		2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Маржан	га	42240	30348	18197	19576	14072	11831	6691	5515	9731
	%	56	41	22	24	19	13	8	7	11
Янтарь	га	18620	32729	37094	35360	27324	22149	14440	15813	14207
	%	25	44	46	42	34	24	16	18	16
Лидер	га	9854	9050	22770	26718	35947	47701	63582	61070	63033
	%	12,5	12,5	28	32	45,7	52,5	72,3	69,9	70
Новатор	га	3417	778	199	127	104	2000	176	798	-
	%	4,5	1	0,3	0,1	0,1	2,2	0,2	0,9	-
Анаит	га	1482	1115	2996	1915	868	472	150	316	1365
	%	2	1,5	3,7	1,9	1	0,5	0,2	0,4	1,5
Фаворит	га	-	-	-	-	129	6700	2479	3384	320
	%	-	-	-	-	0,2	7,8	2,8	3,9	0,3
Ай Керим	га	-	-	-	-	-	-	356	-	316
	%	-	-	-	-	-	-	0,4	-	0,3
Сур су-луы	га	-	-	-	-	-	-	59	28	840
	%	-	-	-	-	-	-	0,1	0,03	0,9
Общая площадь, га		75593	74020	81256	83696	79344	90853	87933	87267	89492

Кроме сортов, показанных в таблице 2, в эти годы на небольших площадях высевались и другие сорта: местные – Ару, Тогускен 1, и КазЕр-6, российские – Кубань 3, Титан и Фишт, иранские Тором Хошими, Шируд и Неда. Это были производственные испытания и, очевидно, в общую статистику эти сорта не вошли.

Примером совместных исследований по селекции риса является создание трех новых сортов риса. Среднеспелый сорт Ласточка и раннеспелый – Байконур созданы селекционерами ФНЦ риса (Оста-

пенко Н.В. и др.) и КазНИИ рисоводства (Бакирулы К.Б). Оба сорта успешно прошли полевые испытания в условиях Казахстана, внесены в Госреестр РК и допущены к использованию в Кызылординской области [6]. Глютинозный среднеспелый сорт Казветта создан совместно Институтом биологии и биотехнологии растений (Усенбеков Б.Н. и др.) и ФНЦ риса (Зеленский Г.Л.) для выработки детского и лечебного питания. Сорт Казветта, по экспертной оценке, допущен к использованию в Алматинской области РК.

Оказание научной и методической помощи кубанскими учеными казахским рисоводам особенно усилилось с 2010 года, после начала широкого внедрения российских сортов в хозяйствах Казахстана. Ученые ФНЦ риса регулярно посещали Кызылорду и Алматы, встречались с рисоводами, проводили совещания и полевые семинары, делились опытом работы с сортами риса.

Так, по приглашению КазНИИ риса проведены недельные курсы повышения квалификации агрономов-апробаторов Кызылординской области в 2017 г. В.С. Ковалевым, а в 2018 г. Г.Л. Зеленским. Кроме того, прочитаны лекции по технологии возделывания риса и морфо-биологических особенностях сортов.

Говоря о подготовке научных кадров, следует отметить, что под руководством академика РАН А.Х. Шеуджена в Казахстане подготовили и защитили диссертации три соискателя: Нургалиев Н.Ш., Жуматабаева Х.Б. и Масатбаев К.М., а под руководством профессора Г.Л. Зеленского – два соискателя: Жанбырбаев Е.А. и Демисинова А.А. Кроме того, профессор Г.Л. Зеленский является членом Диссертационного совета при Кызылординском государственном университете имени Коркыт Ата.

Важным элементом подготовки кадров являются научные стажировки. В ФНЦ риса в последние годы стажировались по проблемам селекции и биотехнологии риса молодые казахские специалисты: Усембеков Б.Н., Рысбекова В.Б., Батаева Д.С., Беркимбай Х.А., Турдиев Т.Т., Жанбырбаев Е.А., Казкеев Д.Т. Они получили в ФНЦ риса новый уровень знаний, достаточный для расширения собственных исследований.

Особое значение для ученых имеют публикации своих достижений для ознакомления с ними научного сообщества. Научно-производственный журнал «Рисоводство» пользуется большим авторитетом среди ученых-рисоводов и спросом у производителей. Среди авторов, публикующих свои научные достижения в этом журнале, часто встречаются фамилии казахских ученых. Анализ журнала показал, что только с 2008 по 2017 г. специалисты из Казахстана

опубликовали 15 научных статей. В 6-ти статьях автором является доктор сельскохозяйственных наук А.Н. Подольских, который до 2018 г. возглавлял отдел селекции в Казахском НИИ рисоводства. Его уход из института, конечно же ослабил научный коллектив и селекционную работу по рису. В этой ситуации помощь научно-методическая российских ученых рисоводам Казахстана приобретает ещё большее значение. Коллектив Федерального научного центра риса России готов оказывать всемерное содействие своим казахским коллегам в деле повышения эффективности рисоводства.

Литература

1. Бакирулы К.Б. Результаты экологического сортоиспытания риса российской селекции по типу конкурсного питомника в условиях казахского Приаралья / К.Б. Бакирулы, Н.В. Остапенко // Рисоводство, 2014. – № 1 (24). – С. 32-35.
2. Зеленский Г.Л. Рисоводство Казахстана: состояние и перспективы // Рисоводство, 2013. – Вып. 2 (23). – С. 51–57.
3. Елешев Р.Е. Состояние и приоритеты почвенно-агрохимических исследований в рисоводстве Казахстана //Материалы международной научно-практической конференции «Научно-инновационные основы развития рисоводства в Казахстане и странах зарубежья» 2-3 ноября 2012 г., Кызылорда, 2012. – С. 21 – 24.
4. Кененбаев С. Б. Состояние и перспективы научного сопровождения производства риса в Казахстане //Материалы международной научно-практической конференции «Научно-инновационные основы развития рисоводства в Казахстане и странах зарубежья» 2-3 ноября 2012 г., Кызылорда, 2012. – С. 8-16.
5. Остапенко Н.В. новые сорта риса совместной селекции ФГБНУ «ВНИИ риса» и ТОО «КазНИИ рисоводства» / Н.В. Остапенко, Н.Н. Чинченко, М.Е. Филимонова, К.Б. Бакирулы // Рисоводство, 2016. – № 1-2 (30-31). – С. 13-16.
6. Подольских А.Н. Изучение современных сортов риса в Казахстане / А.Н. Подольских // Рисоводство, 2009. – № 9. – С. 25-30.
7. Подольских А.Н. Сравнительный анализ межподвидовых линий риса / А.Н. Подольских // Рисоводство, 2013. – № 2 (23). – С. 14-17.
8. ТОО «Казахский научно-исследовательский институт рисоводства им. И. Жахаева» /Буклет, Кызылорда, 2011. – 60 с.
9. Умирзаков С.И. Энергетические оценка влияния орошения дренажно-сбросными водами рисовых систем на пищевой режим почвы / С.И. Умирзаков // Рисоводство, 2010. – № 16. – С. 83-88.
10. Zhanbyrbayev E.A. Screening rice (*Oryza sativa* L.) genetic resources for cold tolerance at the germination stage / E.A. Zhanbyrbayev, A.B. Rysbekova, B.N. Usenbekov, D.T. Kazkeev, I.A. Sartbayeva, Kh.A. Berkimbay, B.A. Sarsenbayev, G.L. Zelensky // Biosciences biotechnology research Asia. – Vol. 13(4). – 2016. – P. 1969-1973.
11. Zhanbyrbayev Ye. A. Physiological and molecular-genetic evaluation of rice breeding re-sources on cold tolerance for creating new varieties for the northern zone of rice cultivation / Ye. A. Zhanbyrbayev, A. B. Rysbekova, B. N. Usenbekov, D. T. Kazkeev, B. A. Sarsenbayev, G. L. Zelensky // On line Journal of biological sciences. – Published On: September 23, 2017. – DOI :10.3844/ojbsci.2017.240.250. – P. 240-250.

DOI: 10.33775/conf-2021-149-156

УДК 633.18: 631.524.86: 632.938.1

**ФЕНОТИПИРОВАНИЕ ГЕНПЛАЗМЫ РИСА
И НАБОРА СОРТОВ-ДИФФЕРЕНЦИАТОРОВ НА
УСТОЙЧИВОСТЬ К ЛОКАЛЬНОЙ ПОПУЛЯЦИИ
ПАТОГЕНА *RYZAE* НА ЮГЕ РОССИИ**

Коротенко Т.Л., Юрченко С.А.

ФГБНУ "Федеральный научный центр риса", г.Краснодар

E-mail: korotenko.tatyan@mail.ru

Аннотация. В условиях полевого опыта в период 2015-2020 гг. проводили изучение устойчивости генофонда коллекции риса, сортов-дифференциаторов и международного набора изо-генных линий-носителей генов к местной популяции патогена пирикулярриоза. Показана дифференциация сортов по категориям устойчивости к заболеванию в генофонде риса. Выделены эффективные гены, обеспечивавшие устойчивый тип реакции растений в период изучения на орошаемом участке ФГБНУ «ФНЦ риса».

Ключевые слова: рис, коллекция, сорта-дифференциаторы, моногенные линии, гены устойчивости, пирикулярриоз (*Pyricularia oryzae*)

DOI: 10.33775/conf-2021-149-156

UDC 633.18: 631.524.86: 632.938.1

**PHENOTYPING OF RICE GENE PLASMA AND A SET
OF DIFFERENTIATING VARIETIES FOR RESISTANCE TO
A LOCAL POPULATION OF THE PATHOGEN
RYZAE IN SOUTHERN RUSSIA**

Korotenko T.L., Yurchenko S.A.,

Federal Scientific Rice Centre, Krasnodar

E-mail: korotenko.tatyan@mail.ru

Summary. In the conditions of field experience in the period 2015-2020. conducted a study of the resistance of the gene pool of the collection of rice, varieties-differentiators and an international set of isogenic lines-carriers of genes to the local population of the pathogen blast. The differentiation of varieties according to the categories of disease resistance in the rice gene pool is shown. Efficient genes have been identified that ensured a stable type of plant reaction during the study period on an irrigated area of the Federal State Budgetary Scientific Rice Centre.

Key words: rice, collection, differentiating varieties, monogenic lines, resistance genes, blast (*Pyricularia oryzae*)

Крупная культура рис является стратегической для южного региона России, на долю которого приходится более 80 % валового сбора в стране [1]. В рисоводческой отрасли на посевах риса от вредоносного заболевания пирикулярриоза систематически применяют химические средства защиты, которые впоследствии могут приводить к появлению новых форм патогена, устойчивых к фунгицидам. Поэтому в современном мире интенсивных технологий возделывания культур эффективным способом защиты риса от *Pyricularia oryzae* ученые видят внедрение в производство высокоурожайных и иммунных к патогену сортов [4, 5, 11].

Известно, что устойчивость риса к возбудителю заболевания разделяют на вертикальную (расоспецифическую) и горизонтальную (полевую). Горизонтальная устойчивость сортов и ее наследование связано с условиями окружающей среды и не всегда гарантирована длительная неизменность [2, 3]. Для повышения надежности защиты посевов от пирикулярриоза сочетают своевременную сортомену и внедрение сортов с целевыми генами. Ранее ученые исходили из того, что эффективными генами к расам *Magnaporthe grisea* в европейском регионе умеренного климата являются: *Pi-z*, *Pi-zt*, *Pi-ta2*, *Pi-33* и *Pi-b* [5, 11]. Были достигнуты определенные успехи по созданию отечественных сортов с расоспецифической устойчивостью к пирикулярриозу: Бластоник (1992), Витязь (1994), Талисман (1995), Снежинка (1996) и Водолей (1998) [2], иммунные свойства которых на сегодняшний день ослаблены.

Из литературных источников известно, что распространение генов резистентности к пирикулярриозу в районах мирового рисосеяния определяется разнообразием возделываемых сортов, наибольшее их число было выявлено из генплазмы Индии, Китая и некоторых африканских стран, где складываются благоприятные для развития патогена климатические условия [11]. Для ускорения селекционного процесса на иммунитет продолжают отборы перспективных исходных форм из генетического разнообразия, выбор эффективных генов устойчивости и применяют современные молекулярно-генетические методы по созданию линий с пирамидированными генами [5, 7, 10].

Исходя из вышесказанного, оценка сортов мировой селекции по устойчивости к пирикулярриозу в экологических условиях южного региона является актуальной задачей на предселекционном этапе. Цель исследований заключалась в изучении устойчивости к пирикулярриозу внутривидового разнообразия коллекции риса из центров

биоразнообразия и географически отдаленных зон рисосеяния в условиях юга России и выявлении эффективных генов резистентности к расам местной популяции возбудителя скринингом международного набора сортов дифференциаторов.

Методика исследований. Исследования проведены в период 2015-2020 гг. на базе группы УНУ «Коллекция ФНЦ риса» в полевых условиях на экспериментальном орошаемом участке (ЭОУ п. Белозерный, г. Краснодар), характеризующимся умеренно-континентальным климатом с жарким летом. Изучение исходного материала проводилось в соответствии с Методическими указаниями по изучению мировой коллекции риса и классификатором рода *Oryza L.* (1982); Методическими указаниями по диагностике, учету и оценке вредоносности пирикулярноза риса (1988) [6]. Опыт полевой: коллекционный питомник площадью 0,20 га, посев под маркер, размер делянок составляет 0,5 м², норма высева - 150 семян на делянку. Подкормку посевов риса проводили вручную в два этапа (кущение и выход в трубку) карбамидом (из расчета 100 кг на 1 га по д.в. или 46 кг азота на 1 га). В качестве материала для исследований из генофонда УНУ «Коллекция ФНЦ риса» использовали сорта и образцы российской и мировой селекций; 25 моногенных линий, несущих ген R на изоляты *M. oryzae* рас возбудителя пирикулярноза; 13 сортов-дифференциаторов (Китай, Япония, Индия, Филиппины и Россия) с полевой и расоспецефической устойчивостью [8, 9, 12, 13]; 3 сорта-стандарта: восприимчивые Победа 65 и Co39 No R gene, эталон устойчивости Авангард. При фенотипировании генплазмы учитывали два показателя: категорию устойчивости (в баллах) и тип реакции растений по степени поражения листьев, узлов, стеблей и метелки*: R – резистентный, RM – умеренный, M – среднеустойчивый, MS – умеренно восприимчивый, S – восприимчивый.

Результаты исследований. Согласно международной программе селекции и сортоиспытания интродукционные образцы поступают в «ФНЦ риса» в рамках сотрудничества из «Международного института риса» (IRRI, Филиппины) из различных унифицированных питомников оценки сортов (в том числе IRBN – «питомник устойчивых к пирикулярнозу»). Всего в Биоресурсную коллекцию риса поступило 3370 интродукционных форм из 8 эколого-географических групп, в том числе сорта и моногенные линии с известными генами резистентности к расам патогена. Ежегодно в коллекционном питомнике проводится пересев, размножение и изучение более 1300 образцов риса, в т.ч. скрининг сортов-дифференциаторов, отмечаются как листовая, так и метельчатые

формы заболевания растений. Таким образом за шестилетний период практически весь генофонд коллекции был фенотипирован на естественном инфекционном фоне по устойчивости к заболеванию. В таблице 1 представлены результаты визуально-балльной оценки устойчивости образцов к пирикулярриозу в коллекционном питомнике. Данные показывают, что доля восприимчивых форм невелика – в пределах 2 % от общего числа выращиваемых в питомнике образцов. В среднем за шесть лет процент устойчивых образцов выше, чем среднеустойчивых, однако тенденция по годам исследований различается. В 2015, 2018 и 2020 годах отмечались условия благоприятные для развития патогена

Таблица 1. Процентное соотношение образцов риса отечественной селекции, национальной коллекции ВИР и интродукции по категориям устойчивости к пирикулярриозу на естественном инфекционном фоне в условиях Кубани (2015-2020 гг.)

Год исследования	Восприимчив (7 баллов)	Среднеустойчив (5 баллов)	Устойчив (1-3 балла)
Рабочая коллекция			
2015	3,7 %	21,4 %	74,9 %
2016	1,3 %	15,6 %	83,1 %
2017	0,8 %	17,1 %	82,1 %
2018	0,2 %	30,0 %	69,8 %
2019	0,4 %	5,9 %	93,7 %
2020	0,1 %	7,0 %	92,9 %
<i>среднее</i>	1,08 %	16,17 %	82,75 %
Национальная коллекция ВИР			
2015	3,7 %	62,6 %	33,7 %
2016	2,2 %	16,1 %	81,7 %
2017	2,3 %	16,3 %	81,4 %
2018	0,1 %	20,1 %	79,8 %
2019	0,1 %	7,8 %	92,1 %
2020	0,2 %	35,8 %	64,0 %
<i>среднее</i>	1,43 %	26,45 %	72,12 %
Интродукция			
2015	9,2 %	77,3 %	13,5 %
2016	0,7 %	13,8 %	85,5 %
2017	0,1 %	28,5 %	71,1 %
2018	0,4 %	15,0 %	84,9 %
2019	0,5 %	2,3 %	97,2 %
2020	0,7 %	34,5 %	64,8 %
<i>среднее</i>	1,93 %	28,57 %	69,50 %

пирикулярноза, что отразилось на увеличении доли сортов среднеустойчивой категории. Ежегодный мониторинг показал, что наибольшая доля восприимчивых и среднеустойчивых форм приходится на сорта зарубежной селекции, в пределах 30 %. Однако и среди интродуцированных сортов мирового разнообразия фитопатологическим тестом удается выделить иммунные формы.

Стародавние отечественные сорта и образцы из рабочей коллекции наиболее адаптированы к местной популяции патогена, проявляют горизонтальную устойчивость, однако они не были единообразными по годам исследований в своей восприимчивости к грибу *Magnaporthe grisea*.

Успех селекции риса на иммунитет в экологических условиях юга России зависит не только от генетического потенциала родительских форм, но и наличия в них эффективных генов устойчивости к местной популяции гриба *M. grisea*. Информация о вирулентности штаммов риса в местной популяции важна для генетических исследований и селекции устойчивых сортов. Результат применения международного набора сортов для дифференциальной системы идентификации рас патогена в коллекционном питомнике на разных картах оросительной системы «ФНЦ риса» представлен в таблице 2.

Таблица 2. Фенотипирование устойчивости к краснодарской популяции возбудителя пирикулярноза набора сортов-дифференциаторов и моногенных линий, 2015-2020 гг.

Название образца или линии	Наличие гена устойчивости	Вегетационный период, дней	Тип реакции растений риса*					
			2015	2016	2017	2018	2019	2020
1	2	3	4	5	6	7	8	9
IRBLa-Ze	Pi-a	135	RM	R	R	M	R	M
IRBLk-KA	Pi-k	128	RM	R	R	R	R	R
IRBLks-S	Pi-ks	140	M	RM	M	M	M	M
IRBLkp-K60	Pi-kp	140	RM	R	R	R	R	R
IRBLl - La	Pi-l	125	R	R	R	R	R	R
IRBLz-Fu	Pi-z	123	M	R	R	R	M	M
IRBLsh-S	Pi-sh	143	RM	R	R	R	R	R
IRBLta-K1	Pi-ta	125	R	R	R	R	R	R

Окончание таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8	9
IRBLzt- Ir 56	Pi-zt	140	R	R	R	M	M	M
IRBLb-B	Pi-b	120	R	R	R	M	M	R
IRBLz5-CA ®	Pi-z5	125	R	R	R	R	R	R
IRBL9-W	Pi-9	112	R	R	R	R	M	R
IRBLta2-Pi	Pi-ta2	125	R	R	R	M	RM	M
IRBL7-M	Pi-7(t)	137	R	RM	R	R	R	R
IRBL5-m	Pi-5(t)	140	R	R	R	R	R	R
IRBL3-CP4	Pi-3	135	M	R	R	R	R	M
IRBLt-K59	Pi-t	112	R	R	R	M	M	M
IRBL19- A	Pi-19	130	R	R	R	R	M	R
IRBL20- IR 24	Pi-20, Pi-b	135	R	M	R	M	M	M
IR65482-4-136-2-2	Pi-40	130	RM	R	R	R	R	R
IRBLkh-K3	Pi-kh	135	R	R	R	R	R	R
IRBLkm-Ts	Pi-km	130	-	RM	R	R	R	R
IRBL11-Zh	Pi-11t	133	-	M	R	R	R	R
Б2-103	Pi-21	130	-	M	R	R	M	M
Л-9 ВНИИРиса	Pi-33	132	-	M	R	M	M	M
Co 39	No R gene	105	MS	M	MS	S	R	M
Fukunishiki	Pi-z	125	-	M	R	R	R	R
Maratelli	Pi-2	130	-	M	R	M	R	M
Zenit	Pi-a, Pi-z, Pi-zt	138	R	M	R	M	M	M
Aihi-asachi	Pi-a, Pi-19t	140	M	R	R	R	M	M
Yashito-mochi	Pi-62t, Pi-ta	140	R	R	R	R	R	R
IR 64	Pi-31t, Pi-33, Pi-28t, Pi-25t, Pi-ta, Pi-km, Pi-k Pi-b	138	RM	R	R	R	R	M
Toride	Pi-zt, Pi-z	130	-	R	R	R	M	M
Kanto-51	Pi-k	135	-	R	R	M	R	R
Ischikari-shiroke	Pi-2	138	-	-	R	M	R	R
Tadukan	Pi-ta, Pi38, Pi-z	140	-	R	R	R	R	R
Авангард	Pi-k	123	RM	R	R	R	R	R
Победа 65	No R gene	112	M	MS	MS	S	S	S
IR 50	Pi-ta, Pi-k, Pi-b	135	-	R	R	R	R	R
IR-8	Pi-km, Pi-kh, Pi-b	135	-	R	R	R	R	R
CSR 23	Pi-km, Pi-k, Pi-b	132	M	R	R	R	R	M

Индикатор восприимчивости Со39 в 50 % случаев проявлял неустойчивость к заболеванию за годы исследований. На естественном фоне оросительной системы научного центра в более чем 90 % случаев устойчивую реакцию проявляли моногенные линии и сорта с известными генами: IRBLk-KA, IRBLkp, IRBL1 – La, IRBLsh-S, IRBLta-K1, IRBLz5-CA, IRBL9-W, IRBL7-M, IRBL5-m, IRBL19-A, IR65482-4-136-2-2, IRBLkh-K3, IRBLkm-Ts, Fukunishiki, Yashitomochi, Kanto-51, Tadukan, IR 50, IR-8 и Авангард. Важно заметить, что симптомы заражения патогеном могли отсутствовать ввиду позднеспелости ряда сортов в исследуемом наборе, где длительность вегетационного периода варьировала в пределах 112-140 дней.

Выводы: Многолетние исследования показали, что среди генетического разнообразия есть резерв для отечественных гибридизационных программ на иммунитет. Динамика изменчивости реакции генплазмы риса по годам указывает на изменение расового состава патогена. Скрининговые исследования свидетельствуют о существовании спектра возбудителей пирикулярриоза на рисовых полях в нашем регионе. За годы исследований в числе моногенных линий, восприимчивых к пирикулярриозу с индексом ИРБ более 50 % не было, 14 линий проявляли среднюю устойчивость к заболеванию, а носители генов *Pi-k*, *Pi-kp*, *Pi-l*, *Pi-sh*, *Pi-ta*, *Pi-z5*, *Pi-9*, *Pi-7*, *Pi-19*, *Pi-40*, *Pi-kh*, *Pi-km*, *Pi-z* – показали устойчивый тип реакции. Система оценки с использованием международного набора сортов-дифференциаторов показала, что наличие у растения даже трех целевых генов резистентности не обеспечивает широкого спектра устойчивости к местной популяции рас возбудителя. Причем несколько аллелей устойчивости локуса *Pi-k* имели неодинаковые типы реакции. Также можно предположить, что краснодарскую расу сложно дифференцировать с использованием позднеспелых сортов японского подвида.

Литература

1. Есаулова Л.В., Гаркуша С.В., Кизинек С.В. Научные приоритеты адаптивной интенсификации производства риса в РФ / Материалы междунар. конференции, 2019. - С. 34-36.
2. Зеленский Г.Л. История селекции риса в России. Часть 2 / Рисоводство. - 2011. - № 19. - С. 14.
3. Касьянов А.И. Вредители риса: справочник. - Краснодар: ВНИИ риса, 2008. - 164 с.

4. Ковалев В.С. Результаты селекционной работы по рису в России. - Риводство. 2016. - № 3-4(32-33). - С.6-8.
5. Мухина Ж.М. Селекционные программы ВНИИ риса с применением молекулярного маркирования / Ж.М. Мухина, Е.В. Дубина, И.И. Супрун, С.В. Токмаков, Е.Г. Савенко и др. / В сборнике конференций: достижения и перспективы развития селекции и возделывания риса в странах с умеренным климатом. – Краснодар, 2015. - С.118-121.
6. Методические указания по диагностике, учету и оценке вредоносности пирикулярриоза риса. - М.: ВНИИ фитопатологии, 1988.- 40 с.
7. Савенко Е.Г., Коротенко Т.Л., Глазырина В.А., Шундрин Л.А. Ускоренное получение генетически стабильных (гомозиготных) форм риса на основе селекционно-ценных образцов с целевыми генами устойчивости к пирикулярриозу методом культуры пыльников *in vitro* / Труды Кубанского государственного аграрного университета. - 2020. - № 85. - С. 213-219. DOI: 10.21515/1999-1703-85-213-219
8. Fukuta Y., Telebanco-Yanoria M.J., Imbe T., Tsunematsu H., Kato H., Ban T., Ebron L.A., Hayashi N., Ando I., Khush G.S. Monogenic lines as an international standard differential set for blast resistance in rice (*Oryza sativa* L.) / Rice Genet Newsl. - 2004. – 21. - P.70–72.
9. Kobayashi N. et al. Development and characterization of introgression lines of an indica-type rice variety, IR64, for unique agronomic traits /Japan intern. research center for agr. sciences. 2010. - N 66:12. – 95 p.
10. Mukhina Z.M., Savenko E.G., Korotenko T.L., Bragina O.A., Chukhir I.N., Suprun I.I., Zheng W., Zuobin M., Changhua W. DEVELOPMENT OF RICE PRE-BREEDING RESOURCES WITH BLAST RESISTANCE / E3S Web of Conferences. Сер. "Topical Problems of Agriculture, Civil and Environmental Engineering. - 2020. - P.04020. DOI: 10.1051/e3sconf/202022404020
11. Shikari A.B., Hosahatti R., Khanna A., Singh A. K. Identification and validation of rice blast resistance genes in Indian rice germplasm / Indian Journal of Genetics and Plant Breeding. - 2014. - 74(3):286 DOI:10.5958/0975-6906.2014.00846.3
12. Telebanco-Yanoria M.J., Imbe T., Kato H., Tsunematsu H., Ebron L., Vera-Cruz C., Kobayashi N., Fukuta Y. A set of standard differential blast isolates (*Magnaporthe grisea* (Hebert) Barr.) from the Philippines for rice (*Oryza sativa* L.) resistance / Jpn. Agric Res Q. - 2008.- 42:23–34.
13. Wang J.C, Jia Y., Wen J.W., Liu W.P., Liu X.M., Li L., Jiang Z.Y., Zhang J.H., Guo X.L., Ren J.P. Identification of rice blast resistance genes using international monogenic differentials / Crop Protection, 2013. – V.45. - P.109-116, <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2012.11.020>.

DOI: 10.33775/conf-2021-157-162

УДК 635.342:631.526.3

ИЗУЧЕНИЕ ГЕТЕРОЗИСНОГО ЭФФЕКТА ПО КОЛИЧЕСТВЕННЫМ ПРИЗНАКАМ ПРИ СОЗДАНИИ ГИБРИДОВ F₁ ПЕРЦА СЛАДКОГО

Полякова Н.В., Королёва С.В.

¹ ФГБНУ «Федеральный научный центр риса», г. Краснодар

Аннотация. В мировой селекции наиболее динамичным методом считается создание гибридов F₁, что обеспечивает реализацию эффекта гетерозиса за счет интеграции генов в виде сверхдоминирования, полного и не полного доминирования, эпистаза. Основным преимуществом гетерозисной селекции является возможность объединения в одном генотипе большего числа ценных признаков. Прогнозирование гибридной силы позволяет выявить перспективные родительские пары на ранних этапах селекционного процесса, что значительно позволяет сократить объем работ. В статье приводятся результаты испытания гибридов и родительских линий перца сладкого в 2018–2019 году и определен истинный гетерозис в отношении их количественных признаков.

Ключевые слова: перец сладкий, гетерозис, линии, количественные признаки, продуктивность

DOI: 10.33775/conf-2021-157-162

UDC 635.342:631.526.3

STUDY OF THE HETEROTIC EFFECT ON A QUANTITATIVE BASIS WHEN CREATING F₁ HYBRIDS OF SWEET PEPPER

Polyakova N.V., Koroleva S.V.

¹ FSBSI "Federal Research Center for Rice", Krasnodar

Summary. In the world of breeding, the most dynamic method is the creation of F₁ hybrids, which ensures the implementation of the heterosis effect due to the integration of genes in the form of overdominance, complete and incomplete dominance, epistasis. The main advantage of heterotic selection is the ability to combine a larger number of valuable traits in one genotype. Predicting hybrid vigor allows promising parental pairs to be identified early in the breeding process, significantly reducing workload. The article presents the results of testing hybrids and parental lines of sweet pepper in 2018–2019 and identifies the true heterosis in relation to their quantitative traits.

Keywords: sweet pepper, heterosis, lines, quantitative traits, productivity

Во многих странах, в том числе и в РФ, экономически значимой и востребованной паслёновой культурой, является перец сладкий. Наиболее благоприятными природно-климатическими условиями произрастания, позволяющими получать урожай с июля до середины октября, для представителя рода *Capsicum* является юг России. На сегодняшний день сортимент перца в России значительно расширился, в том числе за счет гетерозисных гибридов. На 2020 г. в Государственном реестре селекционных достижений по РФ зарегистрировано около 52 сортов и гибридов F₁ перца сладкого для товарного производства [1,3].

По мнению ряда авторов, гетерозис определяют как феномен биологии, коммерческое использование которого позволило существенно увеличить урожайность многих сельскохозяйственных культур. Гетерозис или гибридная сила перца сладкого проявляется в значительном повышении скороспелости, общей урожайности, улучшении химического состава и товарных качеств плодов, что дает неоспоримые преимущества перед обычными сортами. Превосходство гибридов F₁ обусловлено высокой сбалансированностью основных энергообразующих систем в ходе онтогенеза. Рядом авторов отмечено, что гетерозисные гибриды отличаются от исходных форм митотической активностью, активностью фотосинтеза, активностью митохондрий и пластид, содержанием эндогенных регуляторов роста [6].

Гетерозисный эффект по признаку урожайности можно считать результатом взаимодействия различных компонентов: размера растения, раннего цветения, средней массы плода и числа плодов на растении. По мнению других авторов, гетерозис на урожайность, прежде всего, обусловлен числом плодов на растении, коррелирующих со средней массой плода [2]. Большое среднее число плодов гибридных сортов, выравненность средней массы по ярусам, более низкий процент осыпания цветков являются существенными проявлениями гетерозиса, способствующими повышению урожайности (Попова, 1973).

Прогнозирование гетерозисного эффекта позволяет выявить перспективные родительские пары на ранних этапах селекционного процесса, что в значительной степени позволяет сократить объем работ. Перед селекционером стоит задача в идентификации устойчивых корреляционных зависимостей между количественными признаками линий перца сладкого, что позволит разработать методики прогнозирования гетерозиса по улучшению хозяйственно-ценных качеств гибридных растений.

Благоприятное сочетание родительских компонентов скрещивания в результате отражает прибавку по показателям количественных и фенотипических признаков в F1 по сравнению с родительскими формами.

Материалы и методы

Испытания гибридов перца сладкого проводили в 2018–2019 гг. в условиях открытого грунта на опытном участке ФГБНУ «ФНЦ риса». В качестве стандарта был взят гибрид Фишт F1. Посев селекционного материала проводили 3-4.04 2018 г., 6.04 – 2019г. Способ выращивания рассады — кассетный (кассета № 96). Всходы были получены в световой камере искусственного климата 10-13.04, после чего рассада выращивалась в весенней пленочной отапливаемой теплице. Высадку кассетной рассады перца в поле проводили 24, 30 мая по схеме (90 + 50) x 30 см. При уборке проведены учеты по следующим признакам: количество плодов с делянки, их общая и товарная масса, количество учетных растений на делянке.

В представленном опыте стояла задача выявить наиболее перспективных комбинаций, которые в потомстве F1 дают положительный и наиболее высокий гетерозисный эффект. Селекционная программа была направлена на создание гибридов на основе ЯЦМС, в качестве материнского компонента выступили ms формы.

Результаты исследований

Практическая реализация гетерозисной селекции требует значительных усилий, поэтому для выявления высокогетерозисных гибридных комбинаций необходимо выполнять и анализировать большое количество скрещиваний в различных условиях выращивания. Стоит отметить, что первый год исследований (2018) был отмечен как наиболее благоприятный, по метеорологическим условиям, что способствовало наилучшему развитию растений перца.

Анализ данных таблицы 1 показал, что в 4 гибридных комбинациях гетерозис по продуктивности был обусловлен совместным проявлением гетерозиса по количеству и массе плодов, три из них были созданы с линией ms Тол71. У 10 гибридов гетерозис по продуктивности был обусловлен гетерозисом по количеству плодов, причем степень его варьировала от 5,8% до 63,8% (см. табл.1). Отметим, что только у одного гибрида гетерозис по продуктивности был связан с гетерозисом по массе плода. Два гибрида, с отрицательными эффектами по компонентам продуктивности, тем не менее, показали высокий гетерозис по

продуктивности - (msЭн57х Л307ол) – 5,2%, (msЭн57х ЭнЛ307) – 19,2%. В результате изучения гетерозиса у 35 гибридов перца сладкого по трем признакам: масса плода количество плодов, продуктивность установлено, что 18 гибридов имели гетерозис по количеству плодов в пределах от 2,9 – 58,2%, 8 гибридов – по массе плода, по продуктивности положительным эффектом обладало 17 комбинаций(5,2-63,8%). Установлено, что гетерозисный эффект по продуктивности у 10 гибридов из 17 связан с гетерозисом по признаку «количество плодов», у 4 гибридов по массе плода и по количеству плодов. При оценке трех показателей (масса плода, количество плодов и продуктивность) были выделены как наиболее перспективные линии : в качестве материнского компонента скрещивания –ms Тол71, S6 msИлм57,а в качестве отцовского – SKK44, SKK9, Л307ол, Ф46Кт227.

Таблица 1. Проявление гетерозисного эффекта по признаку «количество плодов на растении»перца сладкого, 2018 г.

Гетерозисный эффект по количеству плодов,%								
Родительские линии		♂						
♀		SKK44	Ф461	SKK9	Л307Ол	ЭнЛ307	Ф46Кт227	Самф322
	S6	4,6	-22,0	17,6	25,8	0,3	10,0	-14,6
	msТол71	20,0	-19,9	11,3	23,6	27,4	-18,7	7,9
	msИлм 57	19,3	2,9	8,3	58,2	7,1	35,9	-20,1
	msЭн57	-18,0	-23,9	-14,5	-8,3	-1,4	4,2	-13,9
	msЯнт85	-9,0	-26,9	-2,9	42,6	48,7	-11,0	-10,7
гетерозисный эффект по признаку «средняя масса плода»,%								
♀	S6	21,7	1,4	-6,9	-10,7	-35,9	-3,7	-15,4
	msТол	5,1	18,7	33,3	-26,6	-24,3	10,4	8,0
	msИлм.	-29,7	-40,2	-36,7	-48,6	-27,5	-35,1	-23,8
	msЭн	-30,5	-41,2	-29,2	-11,5	-11,9	-27,9	-31,9
	msЯнт85	-9,9	7,3	-24,1	-19,4	-16,5	12,6	6,5
Гетерозисный эффект по признаку «продуктивность с растения»,%								
♀	S6	25,8	-28,6	5,8	63,8	-22,9	-8,5	-30,0
	msТол	48,5	-8,9	31,9	7,7	18,1	-15,7	8,2
	msИлм57	50,7	9,8	0,0	51,4	-31,8	14,5	-0,4
	msЭн57	-2,9	-12,1	-6,4	5,2	19,2	-8,4	-13,3
	msЯнт85	-4,3	5,4	-10,8	13,6	26,0	-4,3	-9,4

Необходимо учитывать тот факт, что погодные условия 2-го года исследований оказался менее благоприятным для открытого грунта в связи со стресс-факторами, которые спровоцировали массовое распространение микоплазменных заболеваний. В результате чего учет проводился на проявление гетерозисного эффекта только по массе плода на здоровых растениях.

Из полученных данных видно, что высокими процентом гетерозиса обладают комбинации с отцовскими линиями – Ф46Кт227 (11,6%) и Самф 322 (15,5%). Процент превосходства над родительскими формами, у данных гибридов варьируется в пределах от 8,2 – 15,5 % (табл. 2). Стоит отметить, что истинный гетерозис проявился на гибридах: (S₆ x Ф46Кт227); (S₆ x Самф322); (msТол71 x Ф46Кт227) и (msТол71 x Самф322), несмотря на то, что средняя масса плодов родительских линий близка к среднему показателю.

Таблица 2. Проявление истинного гетерозисного эффекта по признаку «средняя масса плода» растений перца сладкого, 2019 г.

Гетерозисный эффект по массе плода, %							
Родительские линии		♂					
		SKK44	SKK9	Л307ол	ЭнЛ307	Ф46Кт227	Самф322
♀	S6	-18,5	0,6	-36,5	-27,4	11,6	9,6
	msТол71	-12,6	-0,3	-4,2	-20,0	8,2	15,5
	msИлм57	-22,2	-13,5	-30,4	-15,2	-20,4	11,7

Средняя масса плода является сложным полигенно наследуемым, а также зависящим от факторов внешней среды признаком. Результаты исследований свидетельствуют о непрерывном ряде вариаций проявления данного признака. Стоит заметить, что у остальных гибридных комбинаций с этими же линиями замечен отрицательный эффект, что можно обосновать блокированием отдельного гена данного признака, что свидетельствует о пороговом проявлении признака массы плода.

Заключение

Изучение эффектов гетерозиса по признакам продуктивности на гибридах перца сладкого в условиях открытого грунта подтвердило, что вероятность проявления гетерозиса по продуктивности в большей степени связана с гетерозисом по количеству плодов на рас-

тении и в меньшей степени - в совместном проявлении гетерозиса по массе плода и по количеству плодов. Гетерозис по массе плода был причиной гетерозиса по продуктивности только в одной комбинации.

Положительный гетерозис по массе плода в первый и второй год исследований отмечен только в 2-х комбинациях из 18, в 6-ти комбинациях отмечено изменение значения эффекта на противоположный, что указывает на большую зависимость наследственных факторов от условий среды.

Выделены перспективные гибриды, для которых свойственно проявление истинного и конкурсного гетерозиса.

Литература

1. Бунин М.С., Монахос Г.Ф., Терехова В.И. Производство гибридных семян овощных культур: Учебное пособие. - М.: Изд-во «РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева», 2011. - 182 с.
2. Королева, С. В. Комбинационная способность перспективных линий перца сладкого по признакам продуктивности / С. В. Королева, Н. В. Шуляк // Рисоводство. – 2019. – № 4(45). – С. 58-63
3. Пышная, О. Н. Селекция перца /Пышная О. Н., Мамедов М. И., Пивоваров В. Ф.. — М., 2012. — 247с.
4. Marame, F., Dessalegne, L., Fininsa, C. et al. Heterosis and heritability in crosses among Asian and Ethiopian parents of hot pepper genotypes. *Euphytica* 168, 235–247 (2009).
5. Singh A, Singh HN, Mittal RK (1973) Heterosis in chillies. *Indian J Genet* 33:398–406.

DOI: 10.33775/conf-2021-163-166

УДК 633.18:631.524.81.01:632.938.1

СКРИНИНГ ГЕНОТИПОВ РИСА НА УСТОЙЧИВОСТЬ К ПИРИКУЛЯРИОЗУ (*PYRICULARIA ORYZAE* CAV.)

Брагина О.А., Ладатко В.А.

ФГБНУ «ФНЦ риса», Краснодар

e-mail: olesya.bragina.1984@mail.ru

Аннотация. Селекционные программы создания устойчивых сортов базируются на использовании генетических источников устойчивости риса к пирикуляриозу. Основными этапами этой работы являются: оценка полевой устойчивости сортообразцов, основывающаяся на создании жесткого инфекционного фона и провокационных условий, поиск и выявление источников устойчивости среди коллекционного и селекционного материала риса.

Ключевые слова: скрининг, устойчивость, пирикуляриоз, патоген, иммунологическая оценка, сортообразцы, инфекционный фон.

DOI: 10.33775/conf-2021-163-166

UDC 633.18:631.524.81.01: 632.938.1

SCREENING OF RICE GENOTYPES FOR RESISTANCE TO BLAST BLAST (*PYRICULARIA ORYZAE* CAV.)

Bragina O.A., Ladatko V.A.

FGBNU "FNTs Rice", Krasnodar

e-mail: olesya.bragina.1984@mail.ru

Annotation. Breeding programs for the creation of resistant varieties are based on the use of genetic sources of rice blast resistance. The main stages of this work are: assessment of field resistance of varieties based on the creation of a severe infectious background and provocative conditions, the search and identification of sources of resistance among the collection and breeding material of rice.

Key words: screening, resistance, blast, pathogen, immunological assessment, variety samples, infectious background.

Введение. Несмотря на широкий ассортимент и интенсивное применение фунгицидов существует риск развития эпифитотий. В зонах рисосеяния Краснодарского края пирикуляриоз отмечается ежегодно. Эпифитотийное развитие происходит при наличии благоприятных условий. Анализ эпифитотий пирикуляриоза риса свидетельствует, что их развитию способствуют умеренные температуры,

высокая относительная влажность воздуха, частые осадки, обильные росы, туманы, морось, а распространению – ветер. Усиливает эпифитотию высокий азотный фон, полегшие посевы, поздние сроки сева, восприимчивые сорта [1,2,3,10].

В настоящее время устойчивость растений риса к пирикулярриозу становится одним из важных показателей конкурентоспособности сортов. Для успешного проведения селекции на устойчивость к пирикулярриозу огромное значение имеет надежная оценка селекционных образцов и наличие исходного материала с достаточно широким спектром и высоким уровнем устойчивости [7,9].

Цель исследований – выявить и отобрать среди селекционного и коллекционного материала сортообразцы, обладающие устойчивостью к пирикулярриозу.

В связи с этим, для иммунологической характеристики сортов риса по устойчивости к пирикулярриозу на различных этапах онтогенеза проводят оценку устойчивости в условиях искусственного инфекционного фона.

Наиболее надежным фактором, сдерживающим развитие пирикулярриоза, является своевременная замена старых сортов новыми, обладающими эффективными генами устойчивости к патогену [8,11]. Следует подчеркнуть, что селекция на устойчивость к пирикулярриозу риса предусматривает использование генетических источников устойчивости и объективную оценку степени поражения сортообразцов.

Оценка селекционного материала в инфекционном питомнике дает возможность отбирать, наряду с иммунными образцами, сорта и формы риса с высокой полевой устойчивостью. Главное свойство такой устойчивости, что она дает не полную, но постоянную защиту и не разрушается патогеном. Полевая устойчивость обычно не распецифична, больше зависит от факторов внешней среды, чем истинная устойчивость и контролируется полигенно в большинстве сортов.

Методы исследований. Исследования проводились в инфекционном питомнике, размещенном в ОПУ «ФНЦ риса». Объектом исследования служили сорта, селекционные образцы и коллекционный материал «коллекции генетических ресурсов риса, овощных и бахчевых культур» «ФНЦ риса».

Посев сортообразцов проводили кассетной сеялкой WINTERSTEIGER «Rowsttd». Норма высева – 200 шт./м². Через каждые 20 делянок размещали контрольные сорта - индикаторы

напряженности инфекционного фона – Победа 65 (неустойчивый к пирикулярриозу) и Авангард (устойчивый).

Инокуляцию растений проводили в наиболее уязвимые фазы развития риса – кущение (5-8 листьев) и выметывание-цветение суспензией спор. Для получения суспензии использована смесь сухого спорового материала и 14-дневная культура гриба, выращенная на морковно-сахарозном агаре. В день инокуляции споры смывали дистиллированной водой и доводили концентрацией до 10^5 спор в 1 мл. Заражение проводили в вечерние часы, в период выпадения росы и при отсутствии ветра. Успешное заражение происходит при продолжительности росяного периода не менее 8-10 часов, частые слабые дожди, туманы при температуре 25-28 °С [4,5]. В случае отсутствия естественной росы, растения риса перед инокуляцией опрыскивают водой.

Степень поражения растений пирикулярриозом оценивали по десятибалльной шкале Международного института риса (IRRI) [6]. По результатам оценки сорта и сортообразцы риса классифицировали на устойчивые – интенсивность развития болезни (ИРБ) 0-25 %; среднеустойчивые – ИРБ 25,1-50 %; и неустойчивые – ИРБ >50%.

Результаты учетов использовали для подсчета интенсивности развития болезни и определения иммунологических свойств сортообразцов риса [4,5,6].

Результаты и их обсуждение. В период с 2016-2020 годы в инфекционном питомнике были изучены иммунологические свойства 3810 сортообразцов.

Среди них выявлены:

- устойчивые-320 (8,40 %)
- неустойчивые-1026 (26,9 %)
- среднеустойчивые-2270 (59,6 %).

Оценка коллекционного материала, взятого из «Коллекции генетических ресурсов риса, овощных и бахчевых культур» «ФНЦ риса» и селекционных образцов в условиях инфекционного питомника позволяет отбирать растения и образцы с полевой устойчивостью к пирикулярриозу.

Закключение. Характер проявления устойчивости к метельчатой форме пирикулярриоза у изученных сортов был не стабилен и варьировал по годам. В Краснодарском крае пирикулярриоз отмечается ежегодно и устойчивость сорта при непрерывном возделывании снижается из-за накопления патогенных рас вредного объекта, способных преодолеть

механизмы устойчивости растения-хозяина. Поэтому основой для успешной селекции риса на устойчивость к пирикулярриозу является наличие исходного материала с достаточно широким спектром и высоким уровнем устойчивости и выведение сортов, толерантных к местной популяции возбудителя. А оценка селекционного материала в инфекционном питомнике при искусственном заражении дает возможность отбирать, наряду с иммунными образцами, сорта и формы риса с высокой полевой устойчивостью к болезни.

Литература

1. Брагина, О.А. Полевая устойчивость сортов риса и оценка селекционного материала к *Pyricularia oryzae* Cav. / О.А. Брагина // Материалы международной научно-практической конференции с элементами школы молодых ученых. – Краснодар, 2019. – С. 156-159.
2. 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.
3. Методические указания по выявлению, учету и методам разработки мер борьбы с болезнями риса. - Краснодар, ВНИИ риса, 1981. – С. 20.
4. Методические указания по оценке устойчивости сортов риса к возбудителю пирикулярриоза. – М., ВАСХНИЛ, 1988. – С. 30.
5. Рекомендации по комплексной защите сельскохозяйственных культур от вредителей, болезней и сорной растительности в Краснодарском крае на 2006-2012 гг. - Краснодар, 2006. - С. 198.
6. International Rice Research Institute (IRRI) Standard evaluation system for rice. 4th.ed. IRRI – Manila, Phillipine, 1996
7. 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 // Molecular Plant-Microbe Interactions, 2008. – 21. – P.859-868.
8. Bidaux J.M. Screening for horizontal resistance to rice blast (*Pyricularia oryzae*) in Africa (Proceedings of a conference held of International Institute of Tropical Agriculture, 7–11 March, 1977 / J.M. Bidaux // Rice in Africa. – 1978. – P. 159–174.
9. Okagaki, A. Genome Sequences of Three Phytopathogenic Species of the Magnaporthaceae Family of Fungi. G3 (Bethesda). 2015 Sep 28; 5 (12):2539-45. doi: 10.1534/g3.115.020057.
10. Ou, S.H. Disease resistance in rice. / S. H. Ou // Mutation breeding for disease resistance – IAEA. Vienna. 171. – P. 78–85.
11. Jia, Y. Direct interaction of resistance gene and avirulence gene products confers rice blast resistance / Y. Jia, S. A. McAdams, G.T. Bryan, H.P. Hershey, B. Valent // EMBO Journal, 2000. – 19. – P. 4004-4014.

DOI: 10.33775/conf-2021-167-171

УДК 633.18: 631.164: 577.154.31

**КАЧЕСТВО ЗЕРНА СОРТОВ РИСА, ВЫРАЩЕННЫХ
В АБИНСКОМ РАЙОНЕ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ
В 2016 – 2019 гг.**

Папулова Э.Ю., Ольховая К.К.

*ФГБНУ «Федеральный научный центр риса», г. Краснодар.
e-mail: elya888.85@mail.ru*

Аннотация. Условия вегетации 2017 года оказались благоприятными, несмотря на повышенные температуры в начале созревания, для сорта Патриот по всем технологическим показателям, сортов Кураж и Казачок 4, кроме стекловидности. В 2019 году условия вегетации способствовали повышенным показателям по признаку «стекловидность» у сортов Флагман, Новатор и Казачок 4 и низким показателям по признаку «трещиноватость» у сортов Флагман, Новатор и Кураж.

Ключевые слова: рис, качество зерна, масса 1000 а.с.зерен, стекловидность, трещиноватость, пленчатость.

DOI: 10.33775/conf-2021-167-171

UDC 633.18: 631.164: 577.154.31

**GRAIN QUALITY OF RICE VARIETIES GROWN IN ABINSKY
DISTRICT, KRASNODAR REGION IN 2016 – 2019**

Papulova E.Y., Olkhovaya K.K.

*FSBSI «Federal Scientific Rice Centre», Krasnodar
e-mail: elya888.85@mail.ru*

Abstract. The growing conditions of 2017 turned out to be favorable, despite the increased temperatures at the beginning of ripening, for variety Patriot by all technological indicators, for varieties Kurazh and Kazachok by all, except for vitreosity. In 2019, growing conditions contributed to increased indicators for vitreosity in varieties Flagman, Novator and Kazachok 4 and low indicators for fracturing in varieties Flagman, Novator and Kurazh.

Key words: rice, grain quality, mass of 1000 absolutely dry grains, vitreosity, fracturing, filminess.

Краснодарский край является лидером по посевным площадям риса. Здесь производство этой культуры составляет более 80 % от общероссийского. Климат в крае умеренно-континентальный, это дает возможность выращивать сорта риса с периодом вегетации до 125 дней. Однако урожайность и качество зерна риса подвержены влиянию из-за изменчивости температурного режима в данной зоне рисосеяния [2, 3]. Эффект сорта, как правило превышает при возделывании в различных условиях взаимодействие генотипа со средой [1, 4].

Целью настоящих исследований являлась оценка технологических признаков качества зерна сортов риса, выращенных в Абинском районе Краснодарского края в 2016–2019 гг.

Материалом исследований служили сорта риса Патриот (короткозерный), Новатор (среднезерный), Кураж (длиннозерный), Казачок 4 (крупнозерный), в качестве стандарта использовали сорт Флагман. Сорта были выращены в госсортоиспытании Абинского района Краснодарского края в 2016–2019 гг. Были определены показатели качества зерна: масса 1000 абсолютно сухих зерен - по ГОСТу 10842-89, пленчатость – по ГОСТу 10843-76 (на шелушильной установке Satake), стекловидность – по ГОСТу 10987-76, трещиноватость – на диафаноскопе ДСЗ-3.

Важнейшими факторами условий вегетации риса являются параметры «сумма эффективных температур» (выше 10°C) и «среднедекадная температура воздуха». В 2016, 2017, 2018 и 2019 годы исследований суммы эффективных температур в конце августа, к концу периода налива зерна, достигали значений 1677, 1632, 1781 и 1635 °C соответственно (табл. 1). Эти показатели были значительно выше средней суммы эффективных температур по многолетним данным. Наибольший прирост по сумме эффективных температур наблюдался в 2018 году. В связи с этим более информативным является показатель «среднедекадная температура воздуха».

Среднедекадная температура в третью декаду августа, условия которой определяют налив зерна, была максимальной в 2016 г. и составила 27,5 °C и минимальной в 2017 г. – 23,1°C. Начальный период созревания, который протекает в первую декаду августа, максимальная среднедекадная температура наблюдалась в 2017 г. составляла 28,8°C., минимальная – в 2019 г. – 21,7 °C. Во вторую декаду августа

максимальной была среднедекадная температура в 2017 г. – 27,3°C, минимальной в 2019 г. – 24,1 °C.

Таблица 1. Сумма эффективных температур (выше 10°С) и среднедекадная температура воздуха в июле-сентябре 2016–2019 гг., °С

Декада, ме- сяц Год	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
2016	831	990	1144	1324	1484	1677	1807	1904	1942
2017	831	976	1131	1314	1493	1632	1747	1894	1972
2018	960	1121	1290	1455	1604	1781	1915	2013	2100
2019	949	1060	1215	1331	1499	1635	1755	1851	1901
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
	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
2016	24,0	26,0	23,9	28,1	26,1	27,5	23,0	19,7	13,8
2017	21,5	24,9	25,2	28,8	27,3	23,1	21,3	24,6	17,9
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

Оценку технологических характеристик зерна сортов риса селекции ФНЦ риса проводили в связи изменчивостью сортов по этим признакам в условиях выращивания 2016–2019 гг. (табл. 2).

Максимальные значения по показателю «масса 1000 а.с.з» имели все сорта в 2017 году (Флагман - 25,3 г, Патриот – 27,3 г, Кураж – 25,1 г, Казачок 4 – 32,3 г), за исключением сорта Новатор. Максимальная масса 1000 а. с. з. у него была отмечена в 2016 году (26,4 г). Низкие значения по показателю «пленчатость» имели все сорта в 2017 году (Патриот – 18,6 %, Новатор – 20,2 %, Кураж – 17,6 %, Казачок 4 – 17,4 %), за исключением сорта стандарта Флагман. Минимальное значение пленчатости у него было отмечено в 2019 году, оно составило 19,0 %. Максимальные значения по признаку «стекловидность» в 2019 году имели сорт стандарт Флагман (93 %), сорта Новатор и Казачок 4 (87 и 87 % соответственно), в 2017 году – сорт Патриот – 91 %, в 2018 году – сорт Кураж – 94 %. Минимальные значения по признаку «трещиноватость» в 2017 году имели сор-

та Патриот (22 %) и Казачок 4 (10 %), в 2019 году – сорта Флагман (11 %) и Новатор (23 %). У сорта Кураж минимальная трещиноватость была отмечена в 2017 – 2019 гг. (8 %).

Таблица 2. Признаки качества сортов риса, выращенных в Абинском районе Краснодарского края (2016 – 2019 гг.).

Сорт	Год	Масса 1000 а.с.з., г	Пленчатость, %	Стекловидность, %	Трещиноватость, %
Флагман, st.	2016	19,4	19,4	74	32
	2017	25,3	19,2	78	38
	2018	22,0	20,2	77	28
	2019	24,0	19,0	93	11
Патриот	2016	26,1	20,0	75	45
	2017	27,3	18,6	91	22
	2018	26,0	19,4	81	23
	2019	25,1	19,4	89	25
Новатор	2016	26,4	20,8	82	40
	2017	25,3	20,2	79	46
	2018	24,4	20,6	73	38
	2019	26,3	20,4	87	23
Кураж	2016	22,1	19,8	72	34
	2017	25,1	17,6	88	8
	2018	24,0	18,1	94	8
	2019	23,7	18,2	90	8
Казачок 4	2016	30,1	18,6	67	17
	2017	32,3	17,4	81	10
	2018	30,7	18,4	87	13
	2019	31,8	20,8	88	29

Таким образом, условия вегетации 2017 года оказались благоприятными, несмотря на повышенные температуры в начале созревания, для сорта Патриот по всем технологическим показателям, сортов Кураж и Казачок 4, кроме стекловидности. Возможно, такое положительное влияние оказали пониженные температуры в момент налива зерна в этом же году. В 2019 году условия вегетации способствовали повышенным показателям по признаку «стекловидность» у сортов Флагман, Новатор и Казачок 4 и низким показателям по признаку «трещиноватость» у сортов Флагман, Новатор и Кураж. Условия 2016

г. оказались неблагоприятными по признаку трещиноватости для сортов Флагман (38 %), Патриот (45 %), Кураж (34 %), что связано относительно высокими температурами во 2-й и 3-ей декаде августа. У сорта Казачок 4 трещиноватость в 2016 г. была выше (17 %), чем в 2017, 2018 гг. (10, 13 % соответственно), но ниже чем в 2019 (29 %), что, вероятно связано с большой крупностью зерновки и незначительным перестоем на корню. Незначительное превышение трещиноватости у сорта Новатор в 2017 г. (46 %) по сравнению с 2016 г. (40 %) связано с его скороспелостью и соответственно влиянием высокой среднедекадной температуры (27,3 °С) во вторую декаду августа.

Список литературы

1. Бороевич, С. Принципы и методы селекции растений. М.: Издательство Колос, 1984. 334 с.
2. Наливко, Г.В. Зависимость качества зерна риса от природно-климатических факторов / Г.В. Наливко, Е.П. Алёшин // Сельскохозяйственная биология. – 1971. – Т. 6. – № 1. – С. 29-34.
3. Туманьян, Н.Г. Технологические признаки качества зерна сортов риса, выращенных в условиях агроландшафтных зон Краснодарского края в 2015–2018 гг. / Н.Г. Туманьян, Т.Б. Кумейко // Материалы IV международной научно-практической конференции «Современное состояние, проблемы и перспективы развития аграрной науки». – 2019. – С. 201-203.
4. Шиловский, В.Н. Изменчивость погодных условий и технологические качества зерна риса / В.Н. Шиловский, В.Я. Рубан // Рисоводство. – 2008. – № 13. – С. 24-27.

DOI: 10.33775/conf-2021-172-175

УДК 631.53.01

СЕМЕНОВОДСТВО КАК ОСНОВНОЙ ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ УРОЖАЙНОСТИ РИСА

Гаркуша С.В.¹, Тешева С.А.^{1,2}, Пищенко Д.А.¹

¹ *ФГБНУ «Федеральный научный центр риса», Краснодар*

² *Кубанский государственный аграрный университет
им. И.Т. Трубилина», Краснодар*

Аннотация. В статье определены направления, способствующие развитию семеноводства риса на Кубани для дальнейшего проведения сортосмены, внедрения в производство новых высокоурожайных сортов, проведения импортозамещения. Ускоренное внедрение новых высокопродуктивных сортов риса в производство позволило увеличить и урожайность культуры с 63,0 ц/га в 2015 году до 66,3 ц/га в 2020 году и повысить качество товарного зерна.

Ключевые слова: рис, сорт, семена, семеноводство, сортосмена, сортообновление, урожайность.

DOI: 10.33775/conf-2021-172-175

UDC 631.53.01

SEED PRODUCTION AS A MAIN FACTOR OF INCREASING RICE YIELD

Garkusha S.V.¹, Tesheva S.A.^{1,2}, Pischenko D.A.¹

¹ *FSBSI «Federal Scientific Rice Centre», Krasnodar*

² *Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Krasnodar*

Abstract. The article identifies areas that contribute to the development of rice seed production in the Kuban for further variety change, introduction of new high-yielding varieties into production, and import substitution. Accelerated introduction of new highly productive rice varieties into production allowed to increase the crop yield from 63.0 c / ha in 2015 to 66.3 c / ha in 2020 and improve the quality of marketable grain.

Key words: rice, variety, seeds, seed production, variety change, variety renovation, yield.

Рисоводческая отрасль Краснодарского края является неотъемлемой частью зернового агропромышленного комплекса и занимает важное место в социально-экономической сфере. Краснодарский край является основной зоной рисоводства в Российской Федерации. Производством риса на территории края занимаются в восьми муниципальных образованиях: Абинский, Калининский, Красноармейский, Крымский, Северский, Славянский, Темрюкский районы [2]. За последние 5 лет объем производства риса ежегодно составляет более 800 тыс. т, а средняя урожайность – 64,0 ц/га. В 2020 году валовой сбор риса в крае составил 840,0 тыс. т в весе после доработки при средней урожайности 66,3 ц/га. Исключение для отрасли составили 2017 и 2018 годы, когда показатели производства были снижены в связи с уменьшением посевных площадей [2].

Одним из важнейших факторов дальнейшего развития рисоводства в Краснодарском крае является повышение эффективности отрасли путем внедрения в производство новых перспективных высокоурожайных сортов риса, адаптированных к условиям Краснодарского края, с высокими технологическими качествами [4, 5].

Значительная роль в этом вопросе принадлежит семеноводству, которое включает систему мероприятий, направленных на получение семян риса высоких посевных кондиций, сохранение их сортовых качеств, безопасное хранение семенного материала и контроль его качества [5, 6]. В связи с этим семеноводство решает две взаимосвязанные между собой задачи. Первая – это размножение высококачественных сортовых семян риса новых, вводимых в производство сортов, до размеров, определенных потребностью хозяйств. Однако в процессе массового размножения и длительного возделывания сорта ухудшаются сортовые и биологические качества, что ведет к снижению их урожайности. Поэтому необходимо решение второй задачи семеноводства – это сохранение сортовых и посевных качеств репродукционных семян, ценных хозяйственно-технологических свойств сорта, предотвращения распространения заболеваемости растений. В связи с этим проводится сортообновление, которое является обязательным для всех сельскохозяйственных товаропроизводителей.

Разработанная для риса система сортообновления предусматривает приобретение рисоводческими хозяйствами элитных семян и

их размножение на участках, составляющих от 8 до 10 % от общей площади посевов риса, что исключает использование в хозяйствах семян второй, и тем более, третьей репродукции. Такая система сортообновления позволяет существенно снизить засоренность товарного риса краснозерными формами, повысить урожайность.

Дифференцированный подход при размещении сортов риса на территории Краснодарского края с учетом агроэкологических условий, биологических особенностей сортов, а также материально-технического уровня производства, состояния рисовой оросительной системы, требования к охране окружающей среды, позволили увеличить долю посевов высокоурожайных сортов риса с устойчивостью к неблагоприятным факторам среды, таких как Фаворит, Полевик, Патриот, Яхонт. Юбилейный 85 и др. Ускоренное внедрение новых высокопродуктивных сортов риса в производство позволило увеличить и урожайность культуры с 63,0 ц/га в 2015 году до 66,3 ц/га в 2020 году и повысить качество товарного зерна, уменьшив содержание краснозерных форм риса в зерне в среднем по Краснодарскому краю с 3,5% в 2015 г. до 1,5 % в 2020 году при базисе 2,0 % [7]. Кроме того, быструю сортосмену и эффективное сортообновление обеспечили мероприятия по развитию элитного семеноводства риса, финансируемые из краевого и федерального бюджетов.

Переход полностью на сортовые посевы, замена менее урожайных сортов более конкурентноспособными и перспективными сортами, а также посев высококачественными семенами дает большой экономический эффект – урожай зерна может быть увеличен на 30-40 %, при прочих равных условиях [3].

Вместе с тем получение чистосортных и высококачественных семян риса с повышенной устойчивостью с повышенной устойчивостью к абиотическим стрессам возможно только при условии соблюдения технологии выращивания, уборки и послеуборочной доработки. Поэтому для повышения урожайности необходимо проводить следующий комплекс мероприятий: соблюдение севооборота, оптимизация минерального питания риса, применение новых агрохимикатов, передовых технологий и современной сельскохозяйственной техники в системе обработки почв, соблюдение оптимальных сроков и способов посева, своевременное проведение уходовых работ, уборки, сушки и очистки семян.

Анализ опыта выращивания риса в Краснодарском крае показывает, что потенциальные возможности рисоводства Кубани позволяют ежегодно получать более 800 тыс. тонн ценного сырья для обеспечения населения, как Краснодарского края, так и страны в целом безопасной отечественной сельскохозяйственной продукцией благодаря повышению эффективности системы семеноводства.

Литература

1. Агротехнические особенности выращивания сортов риса, устойчивых к пирикулярриозу: Методические рекомендации / Авт. колл.: С.В. Гаркуша, С.А. Шевель, Н.Н. Малышева, С.А. Тешева, Г.Л. Зеленский, Н.В. Остапенко, А.Г. Зеленский, А.Р. Третьяков. Краснодар, 2013 г. 43 с.
2. Краснодарский край в цифрах. 2020: Стат. сб. / Краснодарстат – Краснодар, 2021. – 274 с.
3. Методические указания по производству семян элиты зерновых, зернобобовых и крупяных культур. (справочно – методическое издание) // М.: Колос, 1982. - 29 с.
4. Методические рекомендации по возделыванию сортов риса кубанской селекции / Авт. колл.: С.В. Гаркуша, И.А. Дорошев, С.Ю. Орленко, С.А. Шевель, Н.Н. Малышева, С.А. Тешева и др. / Справочно-методическое издание, Краснодар, 2014 г. – 120 с.
5. Основы экологического рисоводства в Краснодарском крае / Авт. колл.: С.В. Гаркуша, С.А. Шевель, Н.Н. Малышева, А.П. Науменко, С.А. Тешева и др. Под общей редакцией С.А. Владимирова. Краснодар, 2013 г. 104 с.
6. Система рисоводства Краснодарского края / под ред. Е.М. Харитонов. – Краснодар: ВНИИ риса, 2011. – 318 с.
7. Харитонов, Е. М. Проблемы рисоводства в Российской Федерации и пути их решения. Качество риса / Е. М. Харитонов, Н. Г. Туманьян // Достижения науки и техники АПК. - 2010. - № 11. - С. 14-15.

DOI: 10.33775/conf-2021-176-180

УДК 633.18.631.52:631.523

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ КАЧЕСТВА ЗЕРНА КРУПНОЗЕРНЫХ СОРТОВ РИСА РАЗЛИЧНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

Чижикина С.С., Ольховая К.К.

*ФГБНУ «Федеральный научный центр риса», г. Краснодар
e-mail: Kvetochka2005@yandex.ru*

Аннотация. В статье представлены результаты технологической оценки крупнозерных сортов риса различного происхождения: селекции ФНЦ риса, АНЦ «Донской» и ООО ЗК «Полтавское». Сорты относились к группе крупнозерных, со средней пленчатостью (за исключением сортов Карбор и Капитан), низкой стекловидностью, высокой (Ленарис, Престиж, Капитан), средней (Родос, Сармат) или низкой (Карбор) трещиноватостью, низким содержанием целого ядра (за исключением сортов Ленарис и Родос). Лучшим по качеству зерна был признан сорт Родос, который был рекомендован в качестве источника ценных признаков в селекции крупнозерных сортов с высокой конкурентоспособностью в производстве.

Ключевые слова: рис, признаки качества, крупнозерные сорта, происхождение, исходный материал, селекция.

DOI: 10.33775/conf-2021-176-180

UDC 633.18.631.52:631.523

TECHNOLOGICAL GRAIN QUALITY TRAITS OF LARGE- GRAIN RICE VARIETIES OF DIFFERENT ORIGIN

Chizhikova S.S., Olkhovaya K.K.

*FSBSI «Federal Scientific Rice Centre», Krasnodar
e-mail: Kvetochka2005@yandex.ru*

Abstract. The article presents results of technological assessment of large-grain rice varieties of different origin: bred in Federal Scientific Rice Centre, Agricultural Research Center Donskoy and LLC grain company Poltavskoe. The varieties belong to the large-grain group, with medium filminess (except for varie-

ties Karbor and Kapitan), low vitreosity, high (Lenaris, Prestige, Kapitan), medium (Rodos, Sarmat) or low (Karbor) fracturing, low head rice content (except for varieties Lenaris and Rodos). The variety Rodos was recognized as the best in terms of grain quality, it was recommended as a source of valuable traits in the breeding of large-grain varieties with high competitiveness in production.

Key words: rice, quality traits, large-grain varieties, origin, source material, breeding.

Целью селекции риса является создание устойчивых к болезням, вредителям и неблагоприятным погодно-климатическим условиям конкурентоспособных сортов риса. Превалирующая часть сортов, выращиваемых в РФ, является короткозерной и относится к сортам со средней массой зерновки. Однако в последние годы востребованными становятся крупнозерные сорта риса [4]. В связи с этим актуальным является изучение признаков качества зерна новых крупнозерных сортов риса различного происхождения с целью выделения лучших, наиболее стабильных сортов риса для дальнейшего использования в производстве и направленной селекции.

Цель исследований

Изучить технологические признаки качества зерна крупнозерных сортов риса различного происхождения, выращенных на Госсортоучастке ЭСОС «Красная» (Краснодарский край).

Материалы и методы

Материалом исследований служили крупнозерные сорта риса, выращенные на Госсортоучастке ЭСОС «Красная» в 2020 году, предшественник - люцерна: Ленарис, Престиж, Фаворит – сорта селекции ФГБНУ «ФНЦ риса», Капитан – сорт селекции ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской», Родос, Карбор и Сармат – сорта селекции ООО ЗК «Полтавское». В качестве стандарта использовали сорт риса Фаворит. Показатели признаков качества определяли гостированными методами: массу 1000 абсолютно сухих (а. с.) зёрен - по ГОСТу ISO 520-2014 с использованием ГОСТ-Та 13586.5-93, пленчатость зерна – по ГОСТу 10843-76, стекловидность и трещиноватость – с помощью диафаноскопа ДСЗ-3, выход и качество крупы - на лабораторной установке ЛУР - 1 [1, 2]. Статистическая обработка данных проводилась по методу Дзюбы В.А. [3].

Результаты и обсуждение

В результате оценки крупнозерных сортов риса по технологическим признакам качества выяснили, что значения признака «масса 1000 а. с. зерен» у сортов находится в пределах от 30,2 г (сорт Сармат) до 33,8 г (сорт Карбор) (табл.).

Таблица. Технологические признаки качества крупнозерных зерна сортов риса, Госсортоучасток ЭСОС «Красная», 2020 г.

Сорт	Масса 1000 а.с.з., г	Пленчатость, %	Стекловидность, %	Трещиноватость, %	Общий выход крупы, %	Содержание целого ядра в крупе риса, %
Фаворит	29,5	19,6	78	26	66,6	78,1
Ленарис	31,0	19,6	82	33	68,4	71,3
Престиж	31,8	18,6	78	65	69,0	63,5
Родос	32,7	19,6	61	19	69,4	86,4
Карбор	33,8	21,8	58	1	64,6	67,5
Сармат	30,2	19,2	72	26	67,8	61,9
Капитан	31,2	20,2	81	45	67,8	62,2
НСР ₀₅	0,15	0,20	1,0	1,51	0,40	0,31

Масса 1000 а. с. зерен была достоверно выше, чем у сорта стандарта Фаворит на 0,7 г у сорта Сармат, на 1,5 г у сорта Ленарис, на 1,7 г у сорта Капитан, на 2,3 г у сорта Престиж, на 3,2 г у сорта Родос, на 4,3 г у сорта Карбор.

Пленчатость сортов риса изменялась от 19,2 % у сорта Сармат до 21,8 % у сорта Карбор. У сортов Фаворит, Ленарис и Родос значения признака не различались и составляли 19,6 %. У сорта Престиж пленчатость была ниже на 1 %, а у сорта Сармат на 0,4 %, чем у сорта стандарта Фаворит. У сортов Карбор и Капитан значения признака «пленчатость» были выше, чем у сорта стандарта Фаворит на 2,2 и 0,6 % соответственно.

Как известно, крупнозерные сорта характеризуются повышенными показателями трещиноватости и более низкими показателями стекловидности, поскольку более чувствительны к неблагоприятным погодно-климатическим условиям вегетации (крупная зерновка при неблагоприятных условиях медленнее созревает в разных частях, что

приводит к формированию мучнистых пятен). Низкая стекловидность снижает качество вырабатываемой продукции, а высокая трещиноватость приводит к росту дробленого ядра в крупе и снижению ее сортности. У всех изучаемых сортов была низкая стекловидность зерна. Значения признака находились в пределах от 58 % у сорта Карбор до 82 % у сорта Ленарис. У сортов Фаворит и Престиж стекловидность достоверно не различалась и составляла 78 %. Значения признака «стекловидность» были выше, чем у сорта стандарта Фаворит на 4 % у сорта Ленарис и на 3 % у сорта Капитан; ниже – на 17 % у сорта Родос, на 20 % у сорта Карбор, на 6 % у сорта Сармат. Трещиноватость у большинства изучаемых сортов была высокой и составляла 33 % у сорта Ленарис, 65 % у сорта Престиж, 45 % у сорта Капитан. У сортов Родос и Сармат отмечена средняя трещиноватость: 19 и 26 % соответственно; у сорта Карбор – низкая (1 %). Значения признака были выше, чем у сорта стандарта Фаворит на 7 % у сорта Ленарис, на 39 % у сорта Престиж, на 19 % у сорта Капитан; ниже – на 7 % у сорта Родос, на 25 % у сорта Карбор. Трещиноватость существенно не различалась у сортов Фаворит и Сармат (26 %).

Общий выход крупы был высоким у сортов Престиж и Родос и составлял 69,0 и 69,4 % соответственно. Значения признака у остальных сортов изменялись в пределах от 64,6 % у сорта Карбор до 67,8 % у сортов Сармат и Капитан. Общий выход крупы у изучаемых сортов был выше, чем у сорта стандарта Фаворит: на 1,8 % у сорта Ленарис, на 2,4 % у сорта Престиж, на 2,8 % у сорта Родос, на 1,2 % у сортов Сармат и Капитан. У сорта Карбор значения признака были ниже, чем у сорта стандарта на 2,0 %.

Содержание целого ядра в крупе риса находилось в пределах от 61,9 % у сорта Сармат до 86,4 % у сорта Родос. Значения признака были ниже, чем у сорта стандарта Фаворита на 6,8 % у сорта Ленарис, на 14,6 % у сорта Престиж, на 10,6 % у сорта Карбор, на 16,1 % у сорта Сармат, на 15,9 % у сорта Капитан. Содержание целого ядра в крупе риса было выше, чем у сорта стандарта Фаворит на 8,3 % у сорта Родос.

Таким образом, все изучаемые сорта относятся к группе крупнозерных, со средней пленчатостью (за исключением сортов Карбор и Капитан), низкой стекловидностью, высокой (Ленарис, Престиж, Капитан), средней (Родос, Сармат) или низкой (Карбор) трещиноватостью, низким содержанием целого ядра (за исключением сортов

Ленарис и Родос). Сорты были распределены в ряду от лучшего к худшему по признаку «содержание целого ядра в крупе риса»: Родос, Ленарис, Карбор, Престиж, Капитан и Сармат. Сорт Родос был лучшим по признакам качества зерна риса: при высокой крупности зерновки, характеризовался сравнительно небольшой стекловидностью, трещиноватостью и самым высоким общим выходом и содержанием целого ядра в крупе риса. Такой сорт может быть использован, как исходный материал при селекции крупнозерных сортов с высокой конкурентоспособностью в производстве.

Литература

1. 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.
2. 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.
3. Дзюба, В.А. Многофакторный опыт и методы биометрического анализа экспериментальных данных / В.А. Дзюба // Методические рекомендации (доп.). – Краснодар. – 2007. – 76 с.
4. Кумейко, Т. Б. Технологические признаки качества зерна сортов риса, допущенных к использованию на территории РФ, выращенных на Кубани / Т. Б. Кумейко, Н. Г. Туманьян, К. К. Ольховая // Инновационные исследования и разработки для научного обеспечения производства и хранения экологически безопасной сельскохозяйственной и пищевой продукции: Сборник материалов II Международной научно-практической конференции, 2017. — С. 148-152.

DOI: 10.33775/conf-2021-181-185

УДК 633.853.78

ЧЕРНЫЕ И КРАСНЫЕ РОССИЙСКИЕ СОРТА РИСА, КАК ФАВОРИТЫ ПО СОДЕРЖАНИЮ АНТИОКСИДАНТОВ

Харитонов Е.М.^{1,2}, Гончарова Ю.К.^{1,3}

¹ФГБНУ «Федеральный научный центр риса», Краснодар, РФ
²Кубанский государственный аграрный университет, Краснодар, РФ
³ООО «Аратай», «Сколково», Москва, РФ
E-mail: yuliya_goncharova_20@mail.ru

Аннотация. Приведен сравнительный анализ содержания антиоксидантов, микроэлементов в сортах риса с различной окраской перикарпа. Показано до 20 раз более высокое содержание антиоксидантов в чернозерных сортах риса, по сравнению с белозерными, а также их до 45 раз более высокая антиоксидантная активность. Рассмотрена роль фенольных кислот, как веществ повышающих адаптивность к различным стрессам.

Ключевые слова: рис, чернозерные и краснозерные сорта, антиоксиданты, антиоксидантная активность.

DOI: 10.33775/conf-2021-181-185

UDC 633.853.78

BLACK AND RED RUSSIAN RICE VARIETIES AS FAVORITES FOR ANTIOXIDANT CONTENT

Kharitonov E.M.^{1,2}, Goncharova Y.K.^{1,3}

¹FGBNU "Federal Research Center for Rice", Krasnodar, RF
²Kuban State Agrarian University, Krasnodar, RF
³ООО "Aratai", "Skolkovo", Moscow, RF
e-mail: yuliya_goncharova_20@mail.ru

Annotation. A comparative analysis of the content of antioxidants and microelements in rice varieties with different colors of the pericarp is presented. Shown up to 20 times higher content of antioxidants in black grain rice varieties, compared with white grain, as well as their up to 45 times higher antioxidant activity. The role of phenolic acids as substances increasing adaptability to various stresses is considered.

Key words: rice, black-grain and red-grain varieties, antioxidants, antioxidant activity.

Введение

Благотворное воздействие на здоровье человека антиоксидантов побудило селекционеров работающих с различными культурами повышать их содержание во вновь создаваемых сортах. На сегодняшний момент уже созданы сорта с повышенным содержанием глюкозидов антоцианидина таких культур как яровая пшеница [1], черника [2], фиолетовый сладкий картофель [3], фиолетовый и краснокочанная капуста [4].

Чернозерные и краснозерные сорта риса известны давно, но только последнее время появились исследования, подтверждающие их целебные свойства. С древних времен они использовались как лекарства или дубильные вещества. Однако механизм их действия оставался слабо изученным. Исследования показали, что проявление различных фармакологических эффектов черного и красного риса включая антиоксидантный, противовоспалительный, противоопухолевый во многом связаны с действием антоцианидин глюкозида [5,6,7]. Он же индуцировал апоптоз лейкозных клеток, разные нейтропротекторные и иммуномодулирующие эффекты [8,9,10]. Народная китайская медицина использовала красный рис для лечения почек, анемии, диабета улучшение зрения и кровообращения [11,12,13].

Антоцианы природные полезные красители от розового до фиолетового, могут стать прекрасной альтернативой синтетическим красителям [14].

Общее содержание антоцианидиновых глюкозидов сильно различается среди различных сортов черного (79,5–473,7 мг / 100 г) и красного риса (7,9–34,4 мг / 100 г) [15,16]. 85 % сортов риса имеют белый перикарп, остальные окрашенный в черный, красный или пурпурный цвет [13].

Следует различать краснозерный рис сортовой более урожайный и не осыпавшийся и дикорастущий (сорнополевой), последний, как правило, высокорослый, раннеспелый, осыпавшийся – основной сорняк во многих хозяйствах мира. Культурные сорта краснозерного и черного риса не уступают белозерным по урожайности и высота их тоже не отличается от сортов риса с белым перикарпом.

Наличие антоцианидин глюкозида полезно и для самих растений на клеточном уровне нормализуя метаболические процессы, в ответ на различные неблагоприятные абиотические воздействия повышая тем самым их адаптивность к стрессам и жизнеспособность семян [17].

Наши исследования в 2018–2020 годах показали большую всхожесть семян краснозерных и чернозерных сортов. Хранившиеся в неконтролируемых температурных условиях семена сортов с окрашенным перикарпом на второй и третий год хранения достоверно превышали по данному признаку белозерные сорта различных групп спелости, массы и формы зерновки (рис.).

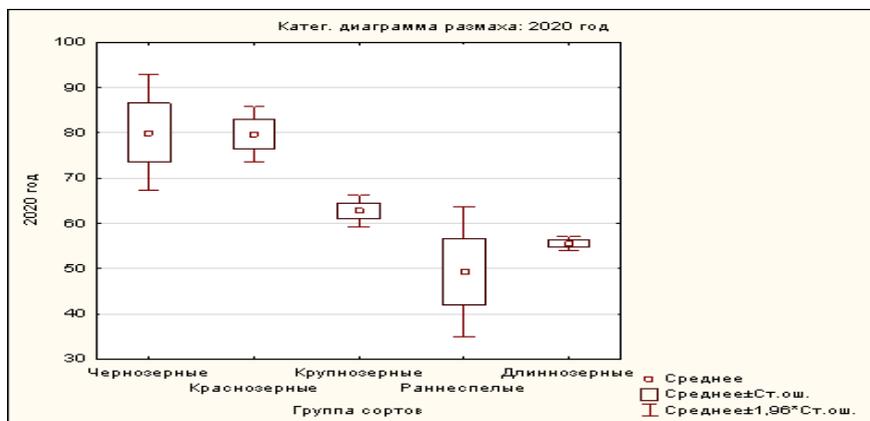


Рисунок. Всхожесть семян риса различных групп спелости, окраски перикарпа, формы и массы зерновки в первый год после уборки и на третий год

Если в течение первого года различия по всхожести между большинством сортов не достоверны, то на третий год белозерные сорта достоверно превышали по жизнеспособности сорта других групп.

Антиоксидантную активность не измеряют непосредственно, ее определяют, контролируя степень окисления. В настоящее время для определения антиоксидантной активности используется ряд методов среди них: хемилуминесцентные (FICA), метод DPPH - колориметрия CP, основанная на реакции DPPH (2,2-дифенил-1-пикрилгидразил), растворенного в метаноле, с образцом АО по схеме [18,19].

Цвет перикарпа, в основном, связан с содержанием фенольных соединений: чем темнее перикарп, тем больше в нем полифенолов (флавоноидов и других антиоксидантов). Красновато-коричневая или темно-коричневая окраска семян растений обусловлена флавоноидными соединениями – проантоцианидинами и флобафенами. Краснозерный рис характеризуется наличием проантоцианидинов,

тогда как черный рис накоплением антоцианов, главным образом, цианидин-3-глюкозида и 3-глюкозид пеоницина (табл. 1).

Таблица 1. Содержание антоцианов в сыром и сваренном рисе и процент потери (Kushwaha, 2016).

Антиоксидант	Сырец	Ризотто	Варенный с из-бытком воды
Cyanidin 3-O-glucoside	255.7 ± 4.2 ^a	184.6 ± 13.7 ^b (-27.8 %)	96.2 ± 0.6 ^c (-62.4 %)
Peonidin 3-O-glucoside	50.8 ± 0.7 ^a	28.2 ± 0.6 ^b (-44.4 %)	15.5 ± 0.9 ^c (-69.5 %)
Cyanidin 3-O-rutinoside	7.5 ± 0.1 ^a	6.5 ± 1.0 ^a (-13.0 %)	1.9 ± 0.4 ^b (-74.7 %)
Peonidin 3-O-rutinoside	1.3 ± 0.1 ^a	0.8 ± 0.2 ^b (-38.5 %)	0.5 ± 0.0 ^c (-61.5 %)
Cyanidin-O-diglucoside	18.6 ± 0.3 ^a	14.4 ± 0.7 ^b (-22.6 %)	5.4 ± 0.3 ^c (-71.0 %)
Total	333.9 ± 4.4 ^a	234.5 ± 14.1 ^b (-29.8 %)	119.5 ± 1.2 ^c (-64.2 %)

Красный рис содержит фенольные соединения в диапазоне 165,8-731,8 мг/100 г. Накопление антоцианов в черном рисе у глютинозных сортов варьирует от 262 до 2539 мг/100 г [20]. Необходимо отметить, что максимальное сохранение питательных веществ содержащихся в рисе обеспечивает его приготовление с использованием метода, при котором вся вода поглощается рисовой массой и все антиоксиданты остаются в готовом блюде [21].

Количество фенолов у сортов риса с черным перикарпом превосходит таковое у краснозерных до 7,9 раз, а по количеству антоцианов до 59 раз, что позволяет им демонстрировать более чем в 40 раз повышенную активность снижающую содержание радикалов (табл. 2) [22].

Таблица 2. Содержанию антиоксидантов у растений (Yao et al, 2009).

Образец	Количество фенолов	Количество антоцианов	Антирадикальная активность
Краснозерный рис	0,102 ± 0,011	0,054 ± 0,013	1,631 ± 0,152
Черная кукуруза	1,112 ± 0,091	0,313 ± 0,013	1,684 ± 0,193
Темноокрашенный ячмень	0,461 ± 0,042	0,271 ± 0,052	2,212 ± 0,371
Чернозерная соя	0,751 ± 0,063	0,191 ± 0,024	4,591 ± 0,272
Отруби темноокрашенной сои	5,264 ± 0,422	1,631 ± 0,033	13,943 ± 4,864
Чернозерный рис	8,581 ± 0,563	3,834 ± 0,041	73,471 ± 4,634

Благодарности

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда № 19-16-00064.

References

1. D.C. Knievel, A.A. Esm, , I. Rabalski, T. Nakamura, and P. Hucl, *J. Cereal Sci.*, **50**, 113–120 (2009)
2. X. Li, H. Liu, L. Liv, H. Yan, and Y. Yuan, *Int. J. Food Sci. Technol.*, **53**, 147–155 (2018)
3. T. Tensiska, H. Marta, Y. Cahyana and N.S. Amirah, *KnE Life Sci.* **2**, 482–493 (2017)
4. Q. Zhu, Yu.S. Zeng, H. Liu, H. Wang and Z. Yang, et al, *Mol. Plant*, **10**, 918–929 (2017)
5. S. Zafrá-Stone, T. Yasmin, M. Bagchi, A. Chatterjee, J.A., Vinson, and D. Bagchi, *Mol. Nutr. Food Res.*, **51**, 675–683 (2007)
6. J.Y. Lin, C.Y. Li, and I.F. Hwang, *Food Chem.*, **109**, 771–781 (2008)
7. L.S. Wang G.D. Stoner, *Cancer Lett.*, 269, 281–290 (2008)
8. Y.C. Chang, H.P. Huang, J.D. Hsu, S.F. Yang, and C.J. Wang, *Toxicol. Appl. Pharmacol.*, **205**, 201–212 (2005)
9. T.H. Kang, J.Y. Hur, H.B. Kim, J.H. Ryu, and S.Y. Kim, *Neurosci. Lett.*, 391, 122–126 (2006)
10. V. Taverniti, D. Fracassetti, B.C. Del, C. Lanti, M. Minuzzo and D. Klimis-Zacas, et al., *J. Agric. Food Chem.*, **62**, 8346–8351 (2014)
11. G.F. Deng, X.R. Xu, Y. Zhang, D. Li, R.Y. Gan, and H.B. Li, *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, **53**, 296–306 (2013)
12. B. Min A.M. Clung, and M.H. Chen, *J. Food Sci.*, **76**, 117–126 (2011)
13. P. Goufo and H. Trindade, *Food Sci. Nutr.*, **2**, 75–104 (2014)
14. Y. Zhang, E. Butelli, and C. Martin, *Plant Biol.*, **19**, 81–90 (2014)
15. X.Q. Chen, N. Nagao, T. Itani, and K. Irifune, *Food Chem.*, **135**, 2783–2788 (2012)
16. M.H. Chen, A.M. Clung and C.J. Bergman, *Data in Brief*, 8, 6–13 (2016)
17. L.J. Zhou, Y.Y. Li, R.F. Zhang, C.L. Zhang, X.B. Xie, C. Zhao and Y.J. Hao, *Plant Cell Environ.* **40**, 2068–2080 (2017)
18. R.M. Patel, *Int. J. Sci. Res.*, **2**, 426–428 (2013)
19. X. Mei, C. Yi and G. Huang, *Mini Rev. Med. Chem.*, **17**, 863–868 (2017)
20. M.W. Zhang, R.F. Zhang, F.X. Zhang and R.H. Liu, *J. Agric. Food Chem.*, **58**, 7580–7587 (2010)
21. U.K. Kushwaha, *Black Rice* . Springer International Publishing Switzerland. 206 (2016).
22. Y. Yao, S. Wei, Z. Mengjie, R. Guixing *J. Agric. Food Chem.* (2009) doi:10.1021/jf903234c.

DOI: 10.33775/conf-2021-186-191

УДК 58.002

КОЭФФИЦИЕНТ КОРРЕЛЯЦИИ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СЕМЯН ОВОЩНЫХ ЗОНТИЧНЫХ КУЛЬТУР, КАК ЭЛЕМЕНТ СЕЛЕКЦИОННОЙ МОДЕЛИ

Бухаров А.Ф., Еремина Н.А.

*Всероссийский научно-исследовательский институт овощеводства
— филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства»,
Московская область, Раменский район, д. Верея*

Аннотация. В статье представлены результаты исследования корреляционного взаимовлияния основных морфометрических параметров, как элемента селекционной модели семян овощных зонтичных культур.

Ключевые слова: коэффициент корреляции, селекционная модель, овощные зонтичные культуры, зародыш, морфологическая структура.

DOI: 10.33775/conf-2021-186-191

UDC 58.002

CORRELATION COEFFICIENT OF MORPHOLOGICAL PARAMETERS OF SEEDS OF PARSLEY FAMILY VEGETABLE CROPS, AS AN ELEMENT OF THE BREEDING MODEL

Bukharov A.F., Eremina N.A.

*All-Russian Scientific Research Institute of Vegetable Growing – Branch
of the FSBSI Federal Scientific Vegetable Center, Moscow region,
Ramensky district, Vereya*

Abstract. The article presents the results of the study of the correlation mutual influence of the main morphometric parameters as an element of breeding model of seeds of parsley family vegetable crops.

Key words: correlation coefficient, breeding model, parsley family vegetable crops, embryo, morphological structure.

Введение. Семейство Зонтичные (*Umbelliferae Moris.*) включает более 3,5 тысяч видов, в том числе значительное число овощных, пряно-ароматических и эфиромасличных культур [23]. Представители этого семейства, как правило, имеют недоразвитый зародыш и

многочисленные производные проблемы, связанные с прорастанием семян [13,15,24,25]. В том числе в экстремальных условиях [1,7,8].

Линейные размеры семени, эндосперма и зародыша овощных сельдерейных могут варьировать в очень широких пределах [9]. Это обусловлено биотическими и абиотическими факторами внешней среды, агротехническими приемами возделывания и уборки [5,6,11, 25,26]. Изменчивость морфометрических параметров семян овощных зонтичных культур, как и комплекс других морфологических признаков, обусловлены не только внешними факторами, но и в значительной степени генетически детерминированы [9,18,20].

Степень развития зародыша у зонтичных влияет и на другие признаки и свойства семян, в том числе: скорость прорастания, долговечность, продолжительность покоя [2,4,17,21]. Исходя из этого, морфометрические параметры семян следует рассматривать в качестве дополнительных показателей качества в системе тестирования [9,12].

Многочисленные исследования показали, что абсолютная и относительная длина зародыша у зонтичных культур эволюционно обусловлена адаптивными механизмами приспособления к конкретной среде произрастания под влиянием естественного отбора и в меньшей степени случайным дрейфом генов [20,18,19,25]. По-видимому, внутреннее строение семян претерпевало дополнительные изменения в процессе более или менее длительного окультуривания видов.

Следовательно, можно предположить целесообразность дальнейшего селекционного целенаправленного совершенствования морфологических признаков (прежде всего размера зародыша) семени. Однако, известно, что зародыш способен ассимилировать и развиваться в условиях зародышевого мешка лишь опосредованно через эндосперм, который создает специфическую внутреннюю среду для его формирования [16]. Тем не менее, взаимоотношения между ними могут осуществляться и на конкурентной основе и служить фактором эволюции [22].

Поэтому целью настоящих исследований было изучение корреляционного взаимовлияния основных морфометрических параметров, как элемента селекционной модели семян овощных зонтичных культур.

Материал и методы исследований. Исследования выполнены в 2016–2021 годах во Всероссийском научно-исследовательском ин-

ституте овощеводства – филиал ФГБНУ ФНЦО. Объектом исследований служили семена различных сортов овощных зонтичных культур. Измеряли последовательно длину каждого семени, эндосперма и зародыша после предварительного (в течение 1 часа) замачивания. Длину семени и эндосперма измеряли с помощью штангенциркуля, а длину зародыша с использованием микроскопа Микромед 1 и видеоокуляра DCM 300 MD при увеличении $\times 40$ с помощью программы Scope Photo (Image Software V. 3.1.386). Повторность опыта четырехкратная, в каждой не менее 50 семян. Взаимосвязь между параметрами оценивали с помощью коэффициента Пирсона. Средние значения параметров, коэффициент вариации, существенность различий между вариантами и вклад факторов определяли по Б.А. Доспехову [14].

Результаты исследований. Коэффициент корреляции между длиной семени и длиной эндосперма у 10 изученных культур изменялся от 0,312 до 0,981, что указывает на высокую зависимость. Коэффициент корреляции между длиной зародыша и длиной семени варьировал от 0,067 до 0,394, а между длиной зародыша и длиной эндосперма от 0,026 до 0,393. В отдельных случаях принимая отрицательное значение.

Ранее было отмечено, что более крупные зародыши и индексы $I_{3Э}$ и $I_{3С}$ (длина зародыша относительно эндосперма и семени) характерны для моркови, тмина, кориандра [9,21]. Это согласуется с данными, о том, что относительно крупные зародыши свойственны растениям, которые предпочитают открытые и сухие места обитания. Короткоживущие виды имеют долгоживущие семена с мелким зародышем, и этот комплекс признаков коррелирует с непредсказуемыми условиями произрастания, в том числе: влажной осенью, ранним наступлением зимы, низкой освещенностью [24,27]. М.Г. Николаева рассматривает эти эволюционные изменения с точки зрения перераспределения питательных веществ между тканями эндосперма и зародыша [22].

Заключение. Таким образом, выявлено относительно независимое развитие зародыша от длины семени, и что более важно от длины эндосперма, что позволяет моделировать и эффективно осуществлять селекционное совершенствование морфологической структуры семени у овощных зонтичных культур.

Таблица. Сопряженность морфометрических параметров семян овощных культур, представителей семейства зонтичные (*Umbelliferae*), 2016 – 2021 гг.

Культура	Сорт	Коэффициенты корреляции Пирсона (r)		
		Семя / Эндосперм	Семя / Зародыш	Эндосперм / Зародыш
Морковь столовая	Боярыня	0,894	0,149	0,241
	Шантанэ 2461	0,812	0,217	0,194
	Черноземочка	0,736	0,285	0,216
	Любава	0,790	0,367	0,369
	Рогнеда	0,836	0,213	0,208
Сельдерей листовой	Ванюша	0,795	0,254	0,318
	Сенеж	0,774	0,217	0,224
	Захар	0,904	0,196	0,238
	Немона	0,881	0,165	0,264
Сельдерей черешковый	Атлант	0,896	0,224	0,286
	Малахит	0,924	0,192	0,291
	К-635 (Италия)	0,795	0,167	0,239
	К-739 (Канада)	0,869	0,185	0,22
Сельдерей корневой	Яблочный	0,791	0,157	0,342
	Королевская ночь	0,834	0,224	0,217
	Пражский гигант	0,921	0,222	0,248
	Юдинка	0,889	0,169	0,192
Пастернак	Кулинар	0,824	0,129	0,263
	Круглый	0,833	0,236	0,259
Анис	Витязь	0,876	0,195	0,237
Тмин	Пересвет	0,312	0,229	0,214
Кориандр	Стимул ФНЦО	0,640	0,141	0,026
	Юбиляр ФНЦО	0,925	0,343	0,367
	11/19 ФНЦО	0,930	0,157	0,113
	5/19 ФНЦО	0,973	0,373	0,279
	Командор Голландия	0,679	0,067	0,176
	Нектар	0,823	0,09	0,06
	Местный Кипр	0,955	-0,132	0,038
	Местный Узбекистан	0,945	-0,024	0,123
	Местный Египет	0,981	0,424	0,393
Местный Азербайджан	0,949	0,394	0,383	
Петрушка	Любава	0,822	0,332	0,382
Укроп	Кентавр	0,766	0,225	0,217

Литература

1. Балеев Д.Н., Бухаров А.Ф. Аллелопатия овощных зонтичных (*Umbelliferae*): торможение прорастания и индукция состояния покоя семян // Saarbrucken, Germany, 2012в. 129 с.
2. Балеев Д.Н., Бухаров А.Ф. Биология формирования и прорастания семян укропа // Овощи России. 2012б. № 1 (14). С. 54-59.
3. Балеев Д.Н., Бухаров А.Ф. Долговечность семян овощных зонтичных культур и физиология их прорастания // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2013. № 11 (109). С. 022-025.
4. Балеев Д.Н., Бухаров А.Ф. Специфика прорастания семян овощных зонтичных культур при различных температурных режимах // Овощи России. 2012а. № 3 (16). С. 38-46.
5. Балеев Д.Н., Бухаров А.Ф., Багров Р.А. Повреждение овощных зонтичных культур щитником полосатым (*Graphosoma lineatum* L.) как фактор снижения продуктивности и качества семян // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2014. № 10 (120). С. 19-25.
6. Балеев Д.Н., Бухаров А.Ф., Бухарова А.Р. Анализ параметров качества семян укропа разной степени зрелости // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. 2012 г, № 2. С. 5-7.
7. Бухаров А.Ф., Балеев Д.Н. Температурный стресс и термопокой семян овощных зонтичных культур. Особенности индукции, проявления и преодоления (часть первая) Овощи России. 2013. № 2 (19). С. 36-41.
8. Бухаров А.Ф., Балеев Д.Н., Бухарова А.Р. Кинетика прорастания семян. Система методов и параметров (учебно-методическое пособие) / М., 2016. 64 с.
9. Бухаров А.Ф., Балеев Д.Н., Бухарова А.Р. Морфометрия в системе тестирования качества семян // М: Издательство ФГБНУ ФНЦО, 2020. – 80 с.
10. Бухаров А.Ф., Балеев Д.Н. Морфология разнокачественности семян овощных зонтичных культур, обусловленная местом формирования на материнском растении // Овощи России. 2012. № 2 (15). С. 44-47.
11. Бухаров А.Ф., Балеев Д.Н., Иванова М.И. Морфометрия разнокачественности семян овощных зонтичных культур в процессе формирования и прорастания // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2014. № 7 (117). С. 26-32.
12. Бухаров А.Ф., Балеев Д.Н., Иванова М.И., Бухарова А.Р., Разин О.А. Морфометрия зародыша, как элемент системы тестирования качества семян укропа / Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2018. №72. С. 63 – 66.
13. Грушвицкий И.В. Роль недоразвития зародыша в эволюции цветковых растений. М.-Л.: Издательство АН СССР. 1961. 47 с.
14. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) - М.: Агропромиздат. 1985. – С. 351.

15. Еременко Л.Л. Морфологические особенности овощных растений в связи с семенной продуктивностью // Новосибирск: Издательство Наука. 1975. 469 с.
16. Модилевский Я.С., Оксийук П.Ф., Худяк М.И., Дзюбенко Л.К., Бейлис-Вырвая Р.А. Цитозембриология основных хлебных злаков. Киев. 1958. Изд-во АН УССР. 335с.
17. Baskin C.C., Baskin J.M. 2007. Nymphaeaceae: a basal angiosperm family (ANITA grade) with a fully developed embryo. *Seed Science Research* 17: 293–296.
18. Calvino C.I., Martinez S.G., Downie S.R., 2008. Morphology and biogeography of Apiaceae subfamily Saniculoideae as inferred by phylogenetic analysis of molecular data. *American Journal of Botany* 95: 196–214.
19. Calvino C.I., Tilney P.M., van Wyk B-E, Downie S.R., 2006. A molecular phylogenetic study of southern African Apiaceae. *American Journal of Botany* 93: 1828–1847.
20. Downie S.R., Spalik K., Katz-Downie D.S., Reduron J-P. 2010. Major clades within Apiaceae subfamily Apioideae as inferred by phylogenetic analysis of nrDNA ITS sequences. *Plant Diversity and Evolution* 128: 111–136.
21. Necajeva J., Ievinsh G. Seed dormancy and germination of an endangered coastal plant *Eryngium maritimum* (*Apiaceae*) // *Estonian Journal of Ecology*. 2013. 62: 150–161 (doi.org/10.3176/eco.2013.2.06).
22. Nikolaeva M.G. 2004. On criteria to use in studies on seed evolution. *Seed Science Research* 14: 315–320.
23. Magee A.R., Calvin~o C.I., Liu M., Downie S.R., Tilney P.M., van Wyk B-E. 2010. New tribal delimitations for the early diverging lineages of Apiaceae subfamily Apioideae. *Taxon* 59: 567–580.
24. Thompson K., Ceriani R.M., Bakker J.P., Bekker R.M. 2003. Are seed dormancy and persistence in soil related? *Seed Science Research* 13: 97–100.
25. Vandeloos F. 2009. Seed germination ecology of temperate woodland herbs. PhD Thesis, Katholieke Universiteit Leuven, Leuven, Belgium.
26. Vandeloos F., Janssens S.B., Probert R.J. Relative embryo length as an adaptation to habitat and life cycle *New Phytologist in Apiaceae* (2012) doi: 10.1111/j.1469-8137.2012.04172.x
27. Verdu´ M. 2006. Tempo, mode and phylogenetic associations of relative embryo size evolution in angiosperms. *Journal of Evolutionary Biology* 19: 625–634.
28. Vivrette N.J. 1995. Distribution and ecological significance of seed-embryo types in Mediterranean climates in California, Chile, and Australia. In: Arroyo MKT, Zedler PH, Fox MD, eds. *Ecology and biogeography of Mediterranean ecosystems in Chile, California and Australia*. New York, NY, USA: Springer Verlag, 274–288.

DOI: 10.33775/conf-2021-192-195

УДК 633.15.631.527

ИЗУЧЕНИЕ БИОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЗЕРНА НОВЫХ РАННЕСПЕЛЫХ И СРЕДНЕРАННИХ ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ

Перевязка Д.С.¹, Перевязка Н.И.², Супрунов А.И.²

¹ФГБНУ ФНЦ риса, ²ФГБНУ НЦЗ им. П.П. Лукьяненко, Краснодар

Аннотация. В статье представлены результаты исследований основных биохимических показателей кукурузного зерна раннеспелых и среднеранних гибридов кукурузы.

Ключевые слова: гибриды кукурузы, биохимические показатели, раннеспелые и среднеранние гибриды, исходный материал, кукурузное зерно.

DOI: 10.33775/conf-2021-192-195

UDC 633.15.631.527

STUDY OF BIOCHEMICAL GRAIN PARAMETERS OF NEW EARLY-MATURING AND MID-EARLY CORN HYBRIDS

Perevyazka D.S.¹, Perevyazka N.I.², Suprunov A.I.²

¹FSBSI Federal Scientific Rice Centre,

²FSBSI National Grain Center named after P.P. Lukyanenko, Krasnodar

Abstract. The article presents the results of studies of the main biochemical parameters of early-maturing and mid-early corn hybrids.

Key words: corn hybrids, biochemical characteristics, early-maturing and mid-early hybrids, source material, corn grain.

Введение. Исследования, направленные на изучение биохимических характеристик зерна, вносят важное значение в селекцию и создание новых гибридов кукурузы. Одно из основных направлений использования новых гибридов – создание высокопродуктивных кормов для сельскохозяйственных животных. Использование качественного сырья для этих целей позволяет получать дополнительную прибавку в биомассе и увеличивать надой молока. Также кормление

качественным сырьём позволяет поддерживать здоровое поголовье птицы и крупного рогатого скота [1, 2].

Цели исследования. Цель наших исследований заключалась в изучении основных биохимических показателей кукурузного зерна раннеспелых и среднеранних гибридов кукурузы, созданных при участии нового исходного материала: содержания масла, белка и крахмала.

Материал и методы. С целью изучения биохимических характеристик зерна новых раннеспелых и среднеранних гибридов кукурузы нами был произведён анализ зерна данной культуры на аппарате Infracor 1241. Данный аппарат работает по принципу фотоэлектроколориметра в спектральном диапазоне длины волны 570 – 1100 нм. Исходным материалом для создания новых гибридов послужили линии из генетической коллекции НЦЗ им. П.П. Лукьяненко - КР 802 МВ, КР 76891/4-1-1, КР 733/6 МВ, КР 244 МВ, КР 801 МВ, КР 3070 МВ. Далее с целью создания нового исходного материала на начальном этапе нами было создано 5 гибридных комбинаций с участием исходных линий: КР 244 МВ x КР 802 МВ, КР 733/6 МВ x КР 802 МВ, КР 244 МВ x КР 76891/4-1-1, КР 3070 МВ x КР 802 МВ и КР 801 МВ x КР 733/6 МВ. Далее новый полученный исходный материал скрестили в селекционном питомнике по методике топ – кроссов, каждый блок линий с 3-мя тестерами. Для блока раннеспелых линий были привлечены тестера: КР 742 М, КР 714 М и КР 742 М x 770. Для блока среднеранних линий были привлечены тестера – гибриды: КР 640602₁₈₋₁₋₁ x КР 757602₄₋₁₋₂, КР 640 М x 651 и КР 640 М x КР 757602₄₋₁₋₂.

Результаты и обсуждение. В настоящее время большая часть мирового производства кукурузы приходится на корм сельскохозяйственных животных и птицы. Чаще всего кукурузное зерно убирается после полного созревания, которое в дальнейшем используется на кормовые нужды. В ходе работы нами была произведена оценка зерна новых раннеспелых и среднеранних гибридов кукурузы, созданных при участии нового исходного материала.

Наилучшими показателями по процентному содержанию белка, масла и крахмала в зерне обладали следующие раннеспелые гибридные комбинации, представленные в таблице 1

Исходя из данных, представленных в таблице 1 можно сделать следующие выводы: раннеспелые гибридные комбинации 742 М x 1524\2, 714 М x 1525/86, (742 М x 770) x 244 МВ отличаются более

высоким показателем процентного содержания белка в зерне относительно используемого стандарта Краснодарский 194 МВ. Показатели масличности данных гибридных комбинаций ниже или равны используемому стандарту. Гибридные комбинации 742 М x 802 МВ, 714 М x 802 МВ и (742 М x 770) x 1526/1 отличаются более высокими значениями процентного содержания масла в зерне при равном или большем содержании белка в зерне. По содержанию крахмала все представленные гибридные комбинации примерно равны.

Таблица 1. Биохимические характеристики лучших новых раннеспелых гибридов кукурузы, Краснодар, 2020 год

Наименование гибрида	Масличность, %	Белок, %	Крахмал, %
Краснодарский 194 МВ (st)	5,0	11,0	69,9
742 М x 1524/2	5,0	12,0	69,5
742 М x 1525/79	4,9	11,0	70,2
742 М x 802 МВ	5,3	11,1	69,9
714 М x 1525/86	4,9	12,2	69,6
714 М x 1526/1	5,0	11,1	69,8
714 М x 802 МВ	5,2	11,4	69,3
(742 М x 770) x 1526/1	5,2	11,1	69,3
(742 М x 770) x 1527/1	5,0	11,4	69,1
(742 М x 770) x 244 МВ	4,9	12,2	69,3
(742 М x 770) x 802 МВ	4,9	11,6	69,9
CV, %	6,1	5,7	0,8

Далее аналогичные исследования проводились с блоком среднеранних гибридов кукурузы, созданных при участии нового исходного материала. Результаты биохимических характеристик зерна лучших среднеранних гибридов представлены в таблице 2.

Таблица 2. Биохимические характеристики лучших новых среднеранних гибридов кукурузы, Краснодар, 2020 год

Наименование гибрида	Масличность, %	Белок, %	Крахмал, %
Краснодарский 291 АМВ (st)	4,4	11,4	70,1
(640602 ₁₈₋₁₋₁ x 757602 ₄₋₁₋₂) x 244 МВ	4,5	12,4	69,5
(640602 ₁₈₋₁₋₁ x 757602 ₄₋₁₋₂) x 802 МВ	4,6	11,5	70,6
CV, %	6,5	5,3	0,7

Исходя из данных, полученных в таблице 2 можно сделать следующие выводы: представленные гибридные комбинации характеризуются примерно равным содержанием изучаемых веществ относительно используемого стандарта Краснодарский 291 АМВ. Однако, хочется выделить гибридную комбинацию (640602₁₈₋₁₋₁ x 757602₄₋₁₋₂) x 244 МВ, превышающую по процентному содержанию белка в зерне использующийся стандарт.

Выводы. Таким образом, нами было изучено процентное содержание основных биохимических показателей качества кукурузного зерна, а именно масличности, белка и крахмала в новых раннеспелых и среднеранних гибридах кукурузы. Наилучшими общими показателями биохимических свойств отличались следующие гибридные комбинации: 742 М x 1524/2, 714 М x 1525/86 и (742 М x 770) x 1525/79. Среди среднеранних гибридов кукурузы наилучшими показателями обладали следующие гибридные комбинации: (640602₁₈₋₁₋₁ x 757602₄₋₁₋₂) x 244 МВ и (640602₁₈₋₁₋₁ x 757602₄₋₁₋₂) x 802 МВ.

Литература

1. Волкова Н.А. Технологические и биохимические показатели качества зерна озимых культур в Северном Зауралье: Автореф. дисс...канд. с.-х. наук / Н.А. Волкова - Тюмень, 2015 - 19 с.
2. Губанова В.М. Технологические и биохимические характеристики зерна плёнчатого и голозёрного ячменя в условиях Северного Зауралья [электронный ресурс] / В.М. Губанова, М.В. Губанов // Пермский аграрный вестник. - 2018. Т.24. №4. Режим доступа:<https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologicheskie-i-biohimicheskie-harakteristiki-zerna-plyonchatogo-i-golozernogo-yachmenya-v-usloviyah-severnogo-zauralya>.

DOI: 10.33775/conf-2021-196-199

УДК 633.15.631.527

ОЦЕНКА НОВЫХ УЛЬТРАРАННЕСПЕЛЫХ ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ В ЭКОЛОГИЧЕСКИХ СОРТОИСПЫТАНИЯХ

Перевязка Н.И.¹, Перевязка Д.С.², Супрунов А.И.¹

¹ФГБНУ НЦЗ им. П.П. Лукьяненко, ²ФГБНУ ФНЦ риса, Краснодар

Аннотация. В статье представлены результаты исследований новых ультранеспелых гибридов кукурузы.

Ключевые слова: гибриды кукурузы, экологическое сортоиспытание, ультранеспелые гибриды, генотипы, урожайность.

DOI: 10.33775/conf-2021-196-199

UDC 633.15.631.527

EVALUATION OF NEW ULTRA-EARLY RIPENING CORN HYBRIDS IN ECOLOGICAL VARIETY TRIALS

Perevyazka N.I.¹, Perevyazka D.S.², Suprunov A.I.¹

¹FSBSI National Grain Center named after P.P. Lukyanenko,

²FSBSI Federal Scientific Rice Centre, Krasnodar

Abstract. The article presents the results of studies of new ultra-early ripening corn hybrids.

Key words: corn hybrids, ecological variety trial, ultra-early ripening hybrids, genotypes, yield.

Введение. В течение последних десятилетий селекционной работы учёными была создана новая группа гибридов кукурузы, отличающихся коротким вегетационным периодом и достаточно высокой зерновой продуктивностью, которые с успехом могут возделываться в зонах с ограниченной тепло обеспеченностью. Данная группа гибридов получила название – раннеспелые гибриды кукурузы [2].

Учёные из различных агроэкологических зон нашей страны отмечают, что роль кукурузы в возделывании в таких регионах как Поволжье, Предуралье, Северный Кавказ и др. вносит большой вклад в экономику и повышение продовольственной безопасности данных ре-

гионов. Отмечается, что посевы кукурузы превосходят посевы других зерновых культур по сбору зерна и количеству силосной массы [1].

Цели исследования. Цель наших исследований заключалась в создании и дальнейшем изучении новых гибридов кукурузы с коротким периодом вегетации, для их успешного возделывания в зонах с ограниченной тепло обеспеченностью.

Материал и методы. При создании нового исходного материала из генетической коллекции НЦЗ было привлечено 6 кремнистых и 3 зубовидные линии. Далее с использованием нового исходного материала были созданы следующие комбинации: Кр 721SF4-1-1 x Кр 681, СМ7 x Кр 681, Кр 602 x 61328, Кр 721 МВ x 815. Впоследствии на данных гибридных комбинациях был заложен новый исходный материал. Далее для создания гибридов кукурузы при участии нового исходного материала было привлечено три тестера – гибрида: Кр 703М x BS1622-1-1, Кр 703М x BS101-1 и Кр 703М x Кр 145.

В результате проведённой работы нами была произведена оценка пластичности и стабильности новых ультранеспелых гибридов кукурузы, созданных с участием новых линий по методу S.A. Eberhart, W.A. Russell [3].

Результаты и обсуждение. Проведение экологических сортоиспытаний включает в себя изучение показателей урожайности зерна в различных агроклиматических условиях, что даёт более полную оценку каждого созданного гибрида кукурузы. По результатам испытаний ультранеспелых гибридов в контрольном питомнике НЦЗ им. П.П. Лукьяненко, выделившиеся гибриды были отправлены для прохождения экологических сортоиспытаний в различные агроклиматические зоны Российской Федерации, а именно: в Центрально – Чернозёмном регионе испытания проходили в Белгородской области и Воронежской области. В Уральском регионе – в Челябинской области, в Западно – Сибирском регионе испытания проходили в Омской области. В южном федеральном округе испытания проходили в Волгоградской области. В качестве стандарта при изучении зерновой продуктивности использовался ультранеспелый гибрид кукурузы РОСС 130 МВ. Результаты работы представлены в таблице 1.

Исходя из данных, представленных в таблице 1 можно сделать следующие выводы: наиболее благоприятными зонами исследования в 2018 климатическом году были Волгоградская и Омская области, о

чём нам свидетельствуют положительные значения индекса «условий среды». В данных климатических зонах были сформированы максимальные показатели урожайности зерна новых испытываемых гибридов кукурузы. Только одна гибридная комбинация с участием тестера 703 М x OL 145 и линии Bs3₃₋₁₋₁ достоверно превысила используемый стандарт Росс 130 МВ по результатам изучения во всех представленных климатических зонах на 3,6 ц/га. Далее производились расчёты пластичности и стабильности новых ультранеспелых гибридов кукурузы. Результаты работы представлены в таблице 2.

Таблица 1. Зерновая продуктивность лучших новых ультранеспелых гибридов кукурузы, 2018 год

Наименование гибрида	Средняя урожайность в различных агроклиматических зонах, ц/га						
	Поволжский филиал ВНИИ кукурузы	Воронежский филиал ВНИИ кукурузы	Волгоград	Белгород	Челябинск	Омск	Среднее
Росс 130 МВ (st)	59,3	47,6	88,3	46,3	57,2	68,6	61,2
(703 М x Bs1622-1) x 721SF5-1-1	50,6	45,2	76,1	50,3	45,4	66,3	55,6
(703 М x Bs1622-1) x CM78122-1-2-1	51,7	47,2	81,7	67,3	51,3	72,8	62,1
(703 М x OL 145) x Bs33-1-1	58,3	52,1	88,3	57,3	64,1	69,1	64,8
Индекс условий среды	- 5,9	- 12,9	22,7	- 5,6	- 6,5	8,3	

Таблица 2. Экологическая адаптивность лучших новых ультранеспелых гибридов кукурузы, 2018 год

Наименование гибрида	Пластичность (bi)	Стабильность ₂ (Б d)	Средняя урожайность, ц/га
Росс 130 МВ (st)	1,13	111,3	61,2
(703 М x Bs1622-1) x 721SF5-1-1	0,95	23,8	55,6
(703 М x Bs1622-1) x CM78122-1-2-1	0,97	167,9	62,1
(703 М x OL 145) x Bs33-1-1	0,96	40,6	64,8

При изучении пластичности и стабильности новых гибридов особое внимание следует уделять тем генотипам, которые соответствуют следующим характеристикам: $b_i > 1$, а $B d^2$ стремится к нулю. Генотипы, соответствующие данным условиям, хорошо отзываются на улучшение агроэкологических условий и характеризуются стабильными показателями проявления своей урожайности в различных условиях.

По результатам изучения пластичности и стабильности лучших новых ультрараннеспелых гибридов кукурузы можно сделать следующие выводы: наиболее стабильными генотипами по результатам исследования были следующие гибридные комбинации - (703 М x Bs16₂₂₋₁) x 721SF₅₋₁₋₁ и (703 М x OL 145) x Bs3₃₋₁₋₁. Показатели стабильности данных генотипов составляли 23,8 и 40,6. Более низкие показатели стабильности свидетельствуют нам о том, что данные гибридные комбинации наиболее стабильно проявляют показатели урожайности в изучаемых агроклиматических условиях. Показатели пластичности данных генотипов практически равны единице, что соответствует значениям гибридной комбинации интенсивного типа, т.е. отзывчивой на улучшение агроэкологических условий.

Заключение. Таким образом, по результатам исследований были сделаны следующие выводы: из представленных гибридных комбинаций только один генотип (703 М x OL 145) x Bs3₃₋₁₋₁ проявил себя как генотип интенсивного типа и достоверно превысил используемый стандарт Росс 130 МВ по показателю урожайности зерна в исследуемых агроэкологических зонах на 3,6 ц/га.

Литература

1. Коконов С.И. Продуктивность гибридов кукурузы в условиях Среднего Предуралья [электронный ресурс] / С.И. Коконов, А.В. Зиновьев, И.Ш. Фатыхов, В.А. Капеев // Достижения науки и техники АПК. 2014. №8. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/produktivnost-gibridov-kukuruzu-v-usloviyah-srednego-preduralya>.
2. Орлянский Н.А. Оценка результатов экологического сортоиспытания гибридов кукурузы с использованием селекционных индексов / Н.А. Орлянский, Н.А. Орлянская // Кукуруза и сорго. - 2016. № 2. С. 3-7.
3. Eberhart S.A. Stability parameters for comparing varieties / S.A. Eberhart, W.A. Russell // Crop. sci. - 1966. - № 1. P.36 - 40.

DOI: 10.33775/conf-2021-200-203

УДК 633.853.494; 631.528.02

ПОЛУЧЕНИЕ ПОЛИПЛОИДОВ РАПСА ЯРОВОГО

Сердюк В.В., Горлова Л.А., Бочкарева Э.Б.

*ФГБНУ ФНЦ «Всероссийский научно-исследовательский институт
масличных культур им. В.С. Пустовойта», Краснодар*

Аннотация. В статье приведены результаты исследований получения полиплоидов рапса ярового.

Ключевые слова: рапс яровой, полиплоидные формы, пыльцевые зерна, морфологические признаки, исходный материал.

DOI: 10.33775/conf-2021-200-203

UDC 633.853.494; 631.528.02

OBTAINING POLYPLOIDS OF SPRING RAPES

Serdyuk V.V., Gorlova L.A., Bochkareva E.B.

*V.S. Pustovoit All-Russian Research Institute of Oil Crops (VNIIMK),
Krasnodar*

Abstract. The article presents the results of research on the production of spring rape polyploids.

Key words: spring rape, polyploidy forms, pollen grains, morphological traits, source.

Введение. Одним из основных направлений в селекции рапса наряду с селекцией на основные хозяйственно полезные признаки, является получение материала с различным содержанием глицеролов жирных кислот в масле семян. Такая работа во ВНИИМК была начата в 1995 г, в результате которой получен селекционный материал ярового рапса с низким содержанием линоленовой кислоты в масле семян и повышенным содержанием олеиновой кислоты [1]. По мнению Sharma и Harlan мутации и межвидовая гибридизация – основные факторы эволюции растений, среди них полиплоидия, которая приводит к наиболее быстрым изменениям [2, 3]. Рекомбинации при полиплоидии являются основным источником появления новых признаков растений [4]. В большинстве случаев фертильность полиплоидов намного ниже по сравнению с диплоидами. После ряда

поколений число нарушений в мейозе полиплоидов сокращается, при этом их фертильность возрастает [5].

Целью исследований являлось получение полиплоидных форм ярового рапса с измененными качественными показателями масла для дальнейшей селекционной работы.

Материалы и методы исследований. Исследования проведены в 2020-2021 г. в фитотронно-тепличном комплексе ВНИИМК. Материалом послужили растения ярового рапса линии № 2254 и сорта Амulet. Обработку проводили в двух вариантах: замачивание семян и обработка апикальных меристем растений раствором колхицина в концентрации 0,01; 0,005 и 0,001 % в фазе развернувшихся семядольных листьев и фазе 2-3 настоящих листьев с экспозицией в течение двух суток. Оценку растений на плоидность проводили по косвенным показателям: отклонение в прохождении фенологических фаз, окраска и форма листовой пластинки; проращивание пыльцевых зерен на растворе сахарозы в различных концентрациях с последующей визуальной оценкой интенсивности роста пыльцевых трубок и наличие отклонений в их росте. Анализ масличности, содержание глюкозинолатов и жирнокислотный состав масла определяли с помощью ИК-спектрометре Matrix-1. Статистическая обработка данных проведена с использованием методов дисперсионного анализа [6].

Результаты исследований. Растения, обработанные колхицином в фазе 2-3-х настоящих листьев, по морфологическим признакам и прохождению фенологических фаз не отличались от контрольных. Цветение наступило через 46-47 суток после всходов, окончание цветения – через 23-26 суток. При проращивании пыльцевых зерен рост пыльцевой трубки проходил без отклонений. Общая продолжительность вегетационного периода составила 87-92 суток. Семена на всех растениях были нормально сформированы, уступая лишь по массе 1000 семян контролю 0,4-0,6 г.

Растения, обработанные в фазе семядольных листьев и пророщенные в водном растворе колхицина, отличались от контроля более светлой окраской листовой пластинки.

По другим морфологическим признакам отклонений от контроля не наблюдалось. Цветение наступало на 10-11 суток позже контроля. При проращивании пыльцы с этих растений наблюдался замедленный рост пыльцевых трубок и слабая и слабая ее фертильность. На

растениях, подверженных действию колхицина, от цветения первых бутонов завязалось от 3 до 12 стручков, после чего началось отмирание нераспустившихся бутонов и усыхание генеративной части растений. Массовая гибель растений наступила через 3 недели, но в стручках успело завязаться и созреть 3-5 щуплых, но жизнеспособных семян. Посев этих семян провели в тепличных условиях. В фазе 2-3 настоящих листьев у растений С₁ наблюдалась хлорофильная недостаточность. Также наблюдались курчавость листьев, неравномерность развития участков листовой пластинки.

Проращивание пыльцевых зерен в растворе сахарозы продемонстрировало наличие различного вида отклонений в росте пыльцевых трубок (рис.1).

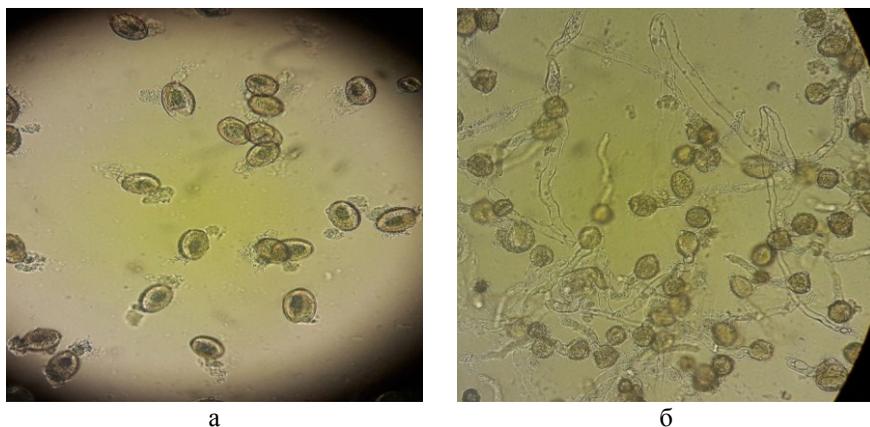


Рисунок. Пыльцевые зерна рапса ярового
(а – растения С₁; б – контроль)

Наибольшее количество нарушений отмечалось при использовании колхицина в концентрации 0,01 %. Семена, полученные с растений С₁, были проанализированы по основным биохимическим показателям (табл.).

Как видно из приведенных данных, сортообразцы характеризовались широким диапазоном варьирования по всем показателям в сравнении с контролем. По масляности семян растения С₁ уступали исходному материалу на 0,3-6,0 %. По содержанию глюкозинолатов в сторону увеличения выделились образцы №№ 4987, 15621 и 15628, превы-

шая контроль на 6,4-8,2 мкмоль/г. По содержанию основных жирных кислот в масле семян также наблюдается достаточно большое отклонение от контроля. У образцов №№ 15621 и 15504 содержание олеиновой кислоты существенно превысило контрольный вариант (на 4,5-6,2 %).

Таблица. Основные биохимические показатели семян растений С₁, ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК, 2021 г.

Образец	Масличность, %	Содержание глюкозинолатов, мкмоль/г	Содержание основных жирных кислот, %		
			олеиновая	линолевая	линоленовая
4987	39,1	20,2	66,1	20,8	5,7
4990	39,5	11,8	74,6	12,7	5,0
15611	41,9	15,0	75,9	10,7	4,9
15621	44,8	22,0	78,6	11,5	3,3
15628	45,1	20,7	80,3	12,3	4,4
15504	40,8	11,0	72,3	18,3	5,4
Контроль	45,1	13,8	74,1	12,9	4,7
НСП ₀₅	1,4				

Вывод. У образцов рапса ярового №№ 15621 и 15504 содержание олеиновой кислоты в масле существенно превысило контрольный вариант (на 4,5-6,2 %). Полученные полиплоиды будут использованы для дальнейшей селекционной работы, направленной на изменение и улучшение жирнокислотного состава масла.

Литература

1. Sharma S.R. Principles and practice of plant breeding / New Delhi. – India. – 1994. – 599 p.
2. Harlan J.K. Crops and man. – Madison. Wisconsin. – USA. – 1995. – 255 p.
3. Hagberg A., Hagberg P. Production and analysis of chromosome duplication in barley // In: Chromosome engineering in plants: genetics, breeding and evolution. Part A / ed. By P.S. Gupta and T. Tsuchiya. – Amsterdam. – Netherlands. – 1991. – P. 401-410.
4. Swaminathan M.S. The significance of polyploidy in the origin of species and species groups // Genetic resources in plants / Oxford. GB. – 1970. – P. 87-96.
5. Горлова Л.А., Бочкарева Э.Б., Сердюк В.В., Ефименко С.Г. Направления и результаты селекции рапса и сурепицы во ВНИИМК // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2017. – № 2. – С. 20-33.
6. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Колос, 1979. – 416 с.

DOI: 10.33775/conf-2021-204-208

УДК 579.64; 632.3.01/08; 632.4.01/08

**АНАЛИЗ ПОРАЖЕНИЯ БОЛЕЗНЯМИ ОЗИМОЙ И ЯРОВОЙ
ФОРМЫ РЫЖИКА ПОСЕВНОГО (*CAMELINA SATIVA* (L.)
CRANTZ) В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЗОНЕ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ**

Сердюк О.А., Трубина В.С., Горлова Л.А.

*ФГБНУ ФНЦ «Всероссийский научно-исследовательский институт
масличных культур им. В.С. Пустовойта», Краснодар*

Аннотация. В Российской Федерации возможно выращивание озимого и ярового рыжика (*Camelina sativa* (L.) Crantz.). В зависимости от региона возделывания формируется разный комплекс болезней, поражающих культуру. В статье приведен анализ поражения рыжика посевного в центральной зоне Краснодарского края.

Ключевые слова: рыжик посевной, озимая и яровая формы, *Camelina sativa* (L.) Crantz, фитосанитарный мониторинг, пероноспороз.

DOI: 10.33775/conf-2021-204-208

UDC 579.64; 632.3.01/08; 632.4.01/08

**ANALYSIS OF DISEASE DAMAGE TO WINTER AND SPRING
FORMS OF *CAMELINA SATIVA* (L.) CRANTZ) IN THE
CENTRAL ZONE OF KRASNODAR REGION**

Serdyuk O.A., Trubina V.S., Gorlova L.A.

*V.S. Pustovoit All-Russian Research Institute of Oil Crops (VNIIMK),
Krasnodar*

Abstract. In the Russian Federation, it is possible to grow winter and spring camelina (*Camelina sativa* (L.) Crantz.). Depending on the region of cultivation, a different complex of diseases affecting the crop is formed. The article provides an analysis of the defeat of the camelina in the central zone of Krasnodar region.

Key words: camelina, winter and spring forms, *Camelina sativa* (L.) Crantz, phytosanitary monitoring, false mildew.

В условиях Среднего Поволжья отмечается поражение рыжика ярового ложной мучнистой росой, мучнистой росой, белой ржавчиной [1]. Рыжик озимый в этом регионе, по данным Т. Я. Праховой, практически не поражается болезнями [2]. В условиях Волгоградской области рыжик яровой поражается вирусными болезнями листьев, черной ножкой и мучнистой росой, а озимый – ложной мучнистой росой и фузариозом [3].

Климатические условия центральной зоны Краснодарского края подходят для выращивания как озимой, так и яровой формы рыжика посевного. В этом регионе отмечается поражение растений фузариозным увяданием, пероноспорозом, белой ржавчиной и др. [4].

Целью исследования являлась сравнительная оценка поражения болезнями яровой и озимой форм рыжика посевного (*Camelina sativa* (L.) Crantz) в центральной зоне Краснодарского края для селекционной работы по выведению сортов, устойчивых к наиболее распространенным и опасным болезням культуры.

Материалы и методы исследования. Фитосанитарный мониторинг болезней в посевах рыжика озимого сорта Карат, рыжика ярового сорта Кристалл проводили в 2011–2020 гг. в центральной зоне Краснодарского края (г. Краснодар) во все фазы вегетации, начиная с фазы проростков. Последний учет поражения болезнями осуществляли в фазе желто-зеленого стручка. Для учетов в посевах рыжика отбирали по 20 растений на 10 равноудаленных площадках. Частоту встречаемости болезней рассчитывали как соотношение больных растений к общему числу обследованных, выраженное в процентах:

- – отсутствие патогена;
- + – низкую (поражено до 10 % растений);
- ++ – среднюю (поражено от 11 до 50 % растений);
- +++ – высокую (поражено 51 % растений и более).

В ходе проведения учетов использовали визуальные балльные шкалы по степени поражения поверхности растений (от 0 до 4), характеризующие развитие болезней: от минимального до максимального. Фитоэкспертизу пораженных частей растений проводили по общепринятым методикам [5] с использованием твердой питательной среды Чапека [6].

Результаты исследований. В результате фитосанитарного обследования посевов озимого и ярового рыжика в условиях 2011–2020 гг. установлено поражение культуры следующими болезнями:

- пероноспороз (возбудитель грибоподобный организм *Hyaloperonospora brassicae* (Gäum.) Göker, Voglmayr, Riethm., Weiss & Oberw.),
- мучнистая роса (возбудитель гриб *Erysiphe communis* Grev. *f. brassicae* Hammar L.),
- белая ржавчина (возбудитель гриб *Albugo candida* (Pers.) Kuntze),
- фузариозное увядание (возбудители грибы рода *Fusarium* Link.),

- альтернариоз (возбудители грибы рода *Alternaria* Nees),
- склеротиниоз (возбудитель гриб *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary),
- бактериоз (возбудители бактерии родов *Xanthomonas* Dows., *Pseudomonas* Migula),

– фитоплазмоз (возбудители фитоплазмы Aster yellows) (табл.).

Таблица. Частота встречаемости болезней на озимой и яровой форме рыжика посевного (*Camelina sativa* (L.) Crantz), центральная зона Краснодарского края

Болезнь	Год исследования									
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Рыжик озимый										
Пероноспороз	–	–	–	–	+	+++	+++	+	+	+
Мучнистая роса	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
Белая ржавчина	–	–	–	–	+	+	+	+	+	++
Склеротиниоз	+	+	+	+	+	++	+	+	+	+
Альтернариоз	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Фузариозное увядание	+	+	+	+	+	++	+	–	+	+
Бактериоз	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Фитоплазмоз	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Рыжик яровой										
Пероноспороз	+	+	+	++	+	++	++	++	++	+++
Мучнистая роса	+	+	+	+	+	+	++	++	+	+
Белая ржавчина	–	–	–	++	+	++	++	+++	+++	+++
Склеротиниоз	–	–	–	+	–	–	++	+	+	+
Альтернариоз	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Фузариозное увядание	+	+	++	+	++	+	+	+	+	++
Бактериоз	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Фитоплазмоз	–	–	–	+	–	+	+	–	+	–

Ежегодно, на рыжике озимом и яровом выявлялись альтернариоз и бактериоз с низкой частотой встречаемости, фузариозное увядание – с низкой и средней частотой встречаемости. Развитие альтернариоза и бактериоза не превышало 1 балла, фузариозного увядания – от 1 до 4 баллов (негативное влияние на развитие растений рыжика).

Признаки поражения растений склеротиниозом с низкой и средней частотой встречаемости болезни (от 1 до 30 % пораженных растений) отмечались на рыжике озимом каждый год исследований, на яровом, начиная с 2014 г. и далее во все годы за исключением 2015-2016 гг. Развитие болезни на обеих формах рыжика составляла от 1 до 4 баллов.

Растения, пораженные фитоплазмозом с низкой частотой встречаемости и развитием болезни не более 1 балла, выявлялись на рожке озимом ежегодно, на рожке яровом – в отдельные годы, начиная с 2014 г.

Одна из наиболее вредоносных болезней, мучнистая роса, отмечалась ежегодно на рожке озимом – со средней (от 11 до 45 % пораженных растений), на яровом – с низкой и средней частотой встречаемости (от 1 до 50 % пораженных растений). Развитие болезни в большинстве случаев на рожке озимом составило 1-3 балла, на рожке яровом – не превышало 2 баллов.

Белая ржавчина в наших исследованиях впервые отмечалась на растениях рожка озимого в 2015 г., ярового – 2014 г. Частота встречаемости болезни на рожке озимом была низкой, и только в 2020 г. – средней (количество пораженных растений составило 15-30 %). На рожке яровом, напротив, частота встречаемости белой ржавчины варьировала от средней до высокой (15-60 % пораженных растений), и только в 2015 г. она была низкой, и количество пораженных болезнью растений не превысило 10 %. Однако симптомы проявления болезни на формах рожка различны. На рожке озимом белые «подушечки» со спорами патогена обнаруживали на стеблях и стручках. Поражение болезнью приводило к искривлению ветвей и гибели стручков. Развитие болезни составляло 1-3 балла. Симптомы проявления белой ржавчины на рожке яровом отмечены только на листьях. Споры патогена находились на их нижней стороне, не инфицируя стебель и генеративные органы растений.

Проявление пероноспороза на обеих формах рожка так же различалось между собой. Пораженные болезнью растения рожка озимого не вырастали более 10-15 см, полностью покрывались налетом возбудителя болезни, что впоследствии приводило к их гибели. На растениях рожка ярового некрозы, вызванные действием патогена, отмечались только на нижних и средних листьях. Налет из спор патогена на нижней стороне листьев быстро исчезал при повышении средней температуры до 20,0-22,0°C и снижении относительной влажности воздуха до 56-58 %.

Пероноспороз на рожке озимом отмечался с 2015 г. с низкой частотой встречаемости. В 2016 и 2017 гг. поражение культуры болезнью достигло 55-75 %. В остальной период исследований частота встречаемости пероноспороза была низкой, развитие болезни составляло максимальный 4 балл. На рожке яровом пероноспороз выявлялся ежегодно с низкой и средней частотой встречаемости.

Только в 2020 г. она была высокой (80-100 % пораженных растений). Развитие болезни не превышало 1 балл, что существенно ниже в сравнении с озимой формой культуры.

Выводы. В 2011-2020 гг. в условиях центральной зоны Краснодарского края выявленный комплекс болезней поражал и озимый, и яровой рыжик. Одинаковая частота встречаемости на обеих формах рыжика отмечена у альтернариоза, бактериоза, фитоплазмоза, фузариозного увядания и склеротиниоза. Количество растений, пораженных альтернариозом, бактериозом и фитоплазмозом не превысило 10 %, фузариозным увяданием и склеротиниозом составило 5-30 %. Установлены различия между озимой и яровой формой рыжика по поражению белой ржавчиной, мучнистой росой, пероноспорозом. Частота встречаемости белой ржавчины на рыжике озимом была низкой (5-10 % пораженных растений), на яровом – варьировала от средней до высокой (15-60 % пораженных растений). Мучнистая роса отмечалась ежегодно на рыжике озимом – со средней, на яровом – с низкой и средней частотой встречаемости (15-20 и 5-30 % пораженных растений соответственно). Частота встречаемости пероноспороза на рыжике озимом в 2016-2017 гг. была высокой (55-75 % пораженных растений), в остальные годы – низкой (до 10 % пораженных растений). На рыжике яровом частота встречаемости болезни варьировала от низкой до средней (количество пораженных растений не превысило 30 %).

Литература

1. Смирнов А.А., Прахова Т.Я., Плужникова И.И. Основы технологии возделывания рыжика посевного: Практические рекомендации. – Пенза, 2013. – С. 9-10.
2. Прахова Т.Я. Продуктивность рыжика озимого в зависимости от приемов технологии возделывания // Молодой ученый. – 2013. – № 6. – С. 783-784.
3. Семенова Е.Ф., Буянкин В.И., Тарасов А.С. Масличный рыжик: биология, технология, эффективность. – Новочеркасск, 2005 – 87 с.
4. Сердюк О.А., Горлов С.Л., Трубина В.С. Болезни рыжика озимого в условиях центральной зоны Краснодарского края // Масличные культуры: науч.-тех. бюл. ВНИИМК, 2015. – Вып. 3 (163). – С. 91-95.
5. Кирай З., Клемент З., Шоймоши Ф., Вереш Й. Методы фитопатологии / Перевод С.В. Васильевой, Ю.Т. Дьякова, С.Н. Лекомцевой. – М.: «Колос», 1974. – С. 178-191.
6. Сердюк О.А., Трубина В.С., Горлова Л.А. Методы выделения патогенов из растений капустных культур // Сборник материалов Международной научно-практической конференции «Итоги и перспективы развития агропромышленного комплекса». – Соленое Займище. – 2019. – С. 71-76.

DOI: 10.33775/conf-2021-209-212

УДК 631.52.631.525

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ СОРТА СОИ ДЛЯ СЕВЕРНЫХ РАЙОНОВ КАРАКАЛПАКСТАНА

¹ Утамбетов О.П., ² Бекбанов Б.А., ¹ Кайпов И., ¹ Адильбеков М.

¹ Нукусский филиал Ташкентского государственного аграрного
университета

² Каракалпакский научно-исследовательский институт земледелия

Аннотация. Универсальность использования сои свидетельствует о её потенциале и ценности для сельского хозяйства как продовольственная, техническая, масличная, кормовая и сидератная культура. В настоящее время в рационе питания населения ощущается недостаток пищи, богатой легкоусвояемыми белками. Одним из путей решения этой проблемы является замена животных белков на растительные, которые могут быть и дешевле и полезнее. В статье рассмотрены перспективные сорта сои для выращивания в северных районах Каракалпакстана.

Ключевые слова: соя, посев, сорт, агроклиматическая зона, сельскохозяйственные культуры, экологические условия.

DOI: 10.33775/conf-2021-209-212

UDC 631.52.631.525

PROMISING SOYBEAN VARIETIES FOR THE NORTHERN REGIONS OF KARAKALPAKSTAN

¹ Utambetov O. P., ² Bekbanov B. A., ¹ Kaipov I., ¹ Adilbekov M.

¹ Nukus branch of Tashkent State Agrarian University, Nukus

² Karakalpak Research Institute of Agriculture, Chimbay

Abstract. The versatility of the use of soybeans testifies to its potential and value for agriculture as a food, technical, oilseed, fodder and green manure crop. At present, there is a lack of food rich in easily digestible proteins in the diet of the population. One of the ways to solve this problem is to replace animal proteins with vegetable ones, which can be cheaper and more useful. The article discusses promising soybean varieties for cultivation in the northern regions of Karakalpakstan.

Key words: soybean, crop, variety, agro-climatic zone, agricultural crops, environmental conditions.

Соя является единственной культурой, содержащей высококачественный белок. По белковому комплексу и содержанию незаме-

нимых аминокислот, соевый протеин ближе к белкам животного происхождения, поэтому организмы человека и животных затрачивают минимальные усилия для преобразования соевого белка.

Как известно, выращивания исходного материала для дальнейшего воспроизводства семян, необходимо провести в тех зонах, где заготавливаются и размножаются семенные материалы. Исходя из этих, мы задались целью испытать исходного материала сои различного происхождения, для выделения сорта приспособленных к нашим почвенно-климатическим условиям.

Х.Н.Атабаева [1], утверждает, что соя выращивается в основном для продовольственных и кормовых целей, а также для производства масла, молока и кондитерских изделий. Хотя семена сои богата белком и маслом высокого качества, на сегодняшний день она не нашла ещё широкого применения.

На биометрические показатели сои сильно влияет сроки и нормы посева, так как показатели, влияющие на урожайность, значительно снижается по мере продвижения срока посева на более поздний срок, утверждает Т.Осербаева [2].

Изменения температуры и влажности в течение дня, сильно влияют на азотофиксирующую активность клубеньков, отмечает В.М.Степанова [3]. Наибольшая интенсивность азотофиксации отмечается в условиях, когда ночная температура ниже, чем дневной температуры. При температуре 18-21⁰С клубеньки у сои формируются слабо или практически совсем не образуются.

Сорта могут показать свои возможности только в том случае, когда он попадает в условия, соответствующее его требованиям. Поэтому очень важная задача заключается правильное размещение сортов, с учетом наибольшей приспособленности каждого сорта к местным условиям. Но экологические факторы оказывают особое влияние на различные сорта сельскохозяйственных культур. Поэтому, выдвигаются на первый план правильный подбор сортов, применительно к агроклиматической зоне. В связи с этим, очень важно изучить различные образцы и сортов сои, с целью выделения форм (сортов), отвечающих требованиям почвенно-климатических зон данного региона.

Сорт должен быть пластичным, обладать хорошей приспособленностью к почвенно-климатическим условиям зоны возделывания, высокой и устойчивой урожайностью зерна, хорошим его качеством.

Задача настоящего исследования является, испытание различных сортов сои выведенных в различных экологических и почвенно-климатических условиях и выделить среди них высокоурожайных, с высокими качествами семян сортов, приспособленных к нашим погодным и почвенным условиям, для внедрения в производство северных районах Республики Каракалпакстан.

Задача исследований:

– испытать различных сортов сои в северной зоне Республике Каракалпакстан;

– выделить скороспелых, высокоурожайных сортов с хорошими качествами семян;

– рекомендовать производству выделенных сортов для широкого внедрения.

Опыт проводился на экспериментальной базе Каракалпакского НИИ земледелия, расположенный на севере республики. Климат Республики континентальный, неустойчивый по годам и временам года. Среднегодовая температура $+11 +13^{\circ}$, максимальная температура $+45 +48^{\circ}$, минимальная $-30-32^{\circ}$.

На опытном поле проводились двукратные промывные поливы с нормой $1500-1800 \text{ м}^3$ на гектар, для опреснения вредных солей на нижние горизонты почвы. По мере поспевания почвы вносили взброс под вспашку 50 % фосфорно-калийных удобрений. В третьей декаде апреля проводили вспашку на глубине 22-25 см.

Сроки посева сои устанавливается температурой почвы в момент посева. Оптимальным сроком посева считается, когда температура почвы на глубине 10 см. постоянно поддерживается $12-14^{\circ}\text{C}$ тепла. Такая погода в Каракалпакстане устанавливается в третьей декаде апреля. Мы посеяли опытного поля 15-апреля, в зависимости от спелости почвы. Глубина посева была около 5 см., при недостаточной влажности верхнего слоя почвы, нужно посеять более глубже – на 6-7 см и не более.

Соя очень хорошо отзывается на рядковое удобрение. От цветения до начала налива зерна у нее отмечается период интенсивного потребления питательных веществ. Под вспашку нужно вносить высокие дозы фосфорно-калийных удобрений. Соя хорошо отзывается и на азотные удобрения, потому что клубеньковые бактерии начинают фиксировать азот только через 20-25 дней после появления всходов.

На растениях у сортов проводили биометрические показатели. У бобовых растений, высота расположения первых бобов имеет большое значение. При низком расположении бобов, затрудняется уборка комбайнами, ценная часть зерна остаются не убранными. Как видно из таблицы, высокое расположение первых бобов наблюдались у сортов Виктория, Арлетта, Орзу, Селекта – 201 и Тумарис. Высота прикрепления бобов у них были на уровне 16,1-17,0 см. Относительно низкое расположение бобов были у сортов Амиго, Селекта – 302, Нафис, Аванта, Барака, где бобы расположены на высоте 15,0-16,0 см, а у сортов Фаворит, Спарта были промежуточными между этими сортами. Число ветвей были сформированы порядка 3-5 штук на растениях. По количеству ветвей высокими были Виктория, Тумарис и Селекта – 302 и эти же сорта выделялись и по образованию бобов в одном растении. По числу семян в растения лучшими были Тумарис, Арлетта, Виктория, Селекта – 302, Фаворит и Ойжамол, у них образовались по 95-97 штук семян в одном растении. Относительно меньшее количество семян сформировались у сортов Амиго, Нафис и Селекта – 201.

Среди испытываемых сортов скороспелыми оказались Селекта - 201, Арлетта, Тумарис и Виктория, где вегетационный период составил от 105 до 111 дней. У сортов Ойжамол, Барака и Нафис вегетационный период были выше 140 дней. Сорта Тумарис, Виктория были среднеспелыми в условиях Каракалпакстана, где вегетационный период составил 118-123 дней.

По урожаю лучшими были сорта Виктория, Арлетта, Амиго, Аванта и Селекта -302, обеспечивший урожай 24,7-29,3 ц/га. Относительно низкий урожай получены у сортов, Ойжамол, Нафис, порядка 22,4-23,6 ц/га.

Среди испытываемых сортов перспективными оказались сорта Арлетта, Виктория, Тумарис и Селекта -201.

Литература:

1. Атабаева Х.Н. Соя. «Узбекистон миллий энциклопедияси» нашриёти. Ташкент, 2004, С.3-94
2. Осербоева Т. Соя навларини биометрик курсаткишлари ва хосилдорлиги-га экиш муддати ва меъерининг таъсири. //Агроилм, 2017, №5, 30 с.
3. Степанова В.М. Климат и сорта сои. Л., 1985, 56 с.

DOI: 10.33775/conf-2021-213-219

УДК 633.18.03: 631.529: 631.524.84

**ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ РАЗЛИЧИЯ В ФОРМИРОВАНИИ
ПРОДУКТИВНОСТИ СОРТОВ РИСА ЗАРУБЕЖНОЙ
СЕЛЕКЦИИ НА ЮГЕ РОССИИ**

Пустовалов Р.А., Коротенко Т.Л.

ФГБНУ "Федеральный научный центр риса", г. Краснодар

E-mail: pustovaloff.ruslan@yandex.ru

Аннотация. Важное значение для селекции на адаптивность имеет вариабельность и полиморфизм признаков генетического разнообразия культуры. В экологических условиях Кубани проведен анализ элементов продуктивности 90 сортов риса из географически удаленных территорий. Показан потенциал продуктивности растений из 24 стран для улучшения отечественной генплазмы, выделены страны и регионы с перспективными интродуцированными формами.

Ключевые слова: рис, интродукция, географическое происхождение, продуктивность

DOI: 10.33775/conf-2021-213-219

UDC 633.18.03: 631.529: 631.524.84

**GEOGRAPHIC DIFFERENCES IN THE FORMATION OF
PRODUCTIVITY BY RICE VARIETIES OF FOREIGN
BREEDING IN THE SOUTH OF RUSSIA**

Pustovalov R.A., Korotenko T.L.

Federal Scientific Rice Centre, Krasnodar

E-mail: pustovaloff.ruslan@yandex.ru

Abstract. Variability and polymorphism of the traits of the genetic diversity of a culture is of great importance for breeding for adaptability. In the environmental conditions of the Kuban, an analysis of the productivity elements of 90 varieties of rice from geographically remote territories was carried out. The productivity potential of plants from 24 countries for improving the domestic general plasma is shown, the countries and regions with promising introduced forms are highlighted.

Key words: rice, introduction, geographic origin, productivity.

В современном мире культурный рис выращивают в многообразных экосистемах: орошаемых, богарных равнинах, богарных возвышенностях, пойменных и суходольных. Ввиду биологической пластичности культуры и селекционного улучшения сортов, которых насчитывают ученые примерно 120 тыс., производство риса в мире с 1966 года удалось удвоить [11].

Подвидовые различия культурного риса связаны со средой обитания, а типы риса возникли в результате одомашнивания вида *O.sativa*: тропический *indica* и *javanica*, умеренный *japonica* [9]. При этом внутри вида различают также группы экотипов на основе климатических и географических отличий [12]. Культурные и национальные предпочтения народов в совокупности с эколого-географическими условиями обусловили широкое генетическое разнообразие сортов риса в мире [7]. Испанские ученые в своей публикации «Генетическое разнообразие и популяционная структура сортов риса, возделываемых в регионах с умеренным климатом» (2016) отмечают, что на протяжении веков культурный рис постепенно преодолел ограничения фотопериодических и температурных условий. Однако возделывание многообразия сортов показывает, что высокие результаты получают в том регионе, где они были выведены. При этом природное разнообразие зародышевой плазмы, несущей желаемые агрономические признаки, представляет источник генетической изменчивости, ценной для селекционных программ [14].

Генетическое разнообразие коллекций, сохраняемое в генбанках, имеет решающее значение для улучшения урожая, изменения архитектуры растений, повышения адаптации и устойчивости растений к стрессам окружающей среды и продуктивности [5,10]. Генотипы риса по-разному реагируют и проявляют свой потенциал в любом регионе возделывания не только из-за различных климатических условий, но и почвенных характеристик и агрономических методов. Поэтому взаимодействуя с факторами внешней среды сорт риса, обладающий общей адаптивностью, показывает высокую среднюю урожайность [15].

При этом для повышения потенциала урожайности риса ученые всего мира вынуждены изучать ограничительные факторы его биологического потенциала, в числе которых: генотипические, подвидовые и экологические. В числе генотипических факторов, связанных с урожайностью зерна, отмечают параметры "числа колосков на метелке" и "массы 1000 зерен" [13]. Для реализации селекционных программ вос-

требуется генетически устойчивый исходный материал с улучшенными морфобиологическими и продуктивными признаками из географически отдаленных регионов мирового рисосеяния [1, 2].

Цель исследований обусловлена необходимостью оценки потенциала продуктивности интродуцированных форм риса в составе коллекции различного географического происхождения, которые можно использовать на практике в экологических условиях Кубани.

Материал исследований. Для исследований были отобраны из Базы данных УНУ «Коллекция ФНЦ риса» интродуцированные экотипы риса *O. sativa* ssp. из 24 стран рисосеяния (8 эколого-географических групп) [3]. В период 2019-2020 гг. высевали 90 сортов в полевом опыте на орошаемом участке коллекционного питомника на делянках площадью 1 м² с нормой посева 400 семян на делянку. В посеве сорта риса были дифференцированы ярусами по географическим зонам происхождения, выращивались по принятой в регионе технологии в соответствии с рекомендациями института. В качестве стандартов использовали отечественные сорта разных сроков созревания: Новатор, Флагман и Снежинка. Теплообеспеченность вегетационных периодов с апреля по сентябрь оказалась выше уровня нормы месячных значений (на 4,4–10,5 °С), что создало благоприятные условия для созревания риса всех групп спелости, особенно позднеспелых зарубежных форм. По влагообеспеченности условия года характеризовались как недостаточные по увлажнению, очень засушливые. Закладка опыта, фенологические наблюдения, фенотипирование морфологических признаков, биометрический анализ в фазу полной спелости зерна проводили по общепринятым методикам [4,6]. Обработку данных проводили в программе *Statistica 10*.

Результаты исследований. Селекционный процесс улучшения сортов зависит от доступа к генетическим ресурсам риса. Международный институт риса (IRRI) находится в авангарде мировых усилий по сбору и сохранению биоразнообразия риса, сберегая в генбанке института более 120 тыс. образцов культурного и дикого риса. Для обеспечения продовольственной безопасности они распространяют зародышевую плазму по всему миру через «Международную сеть генетической оценки риса» (INGER) [8]. Благодаря международному сотрудничеству «ФНЦ риса» (Краснодар) и IRRI (Филиппины), коллекционный фонд ежегодно пополняют интродуцированные формы из разных регионов рисосеяния [2].

Повышение урожайности создаваемых сортов в определенной степени зависит от генотипического потенциала и вариации, которая существует в совместимых генотипах внутри вида. Мы провели межгрупповой сравнительный анализ количественных признаков растений, связанных с продуктивностью сорта. Исследуемые сорта распределили в группы по географическим зонам и странам происхождения, их количество в группе варьировало от 7 до 16 шт. В условиях юга России по длительности вегетационного периода сорта различались от раннеспелых до позднеспелых. Сорта риса происхождением из европейской группы созревали в среднем за 111 дней, как и сорта восточной экологической группы. Азиатская группа сортов имела с средним продолжительность вегетации риса 118-121 дней, более длительный период в условиях юга России имели агроэкоотипы иранской, филиппинской, африканской и латино-американской групп (122-150 дней).

Результаты оценки представлены в таблице в виде средних значений. В среднем площадь флагового листа у исследуемых сортов варьировала в пределах $9,75 \text{ см}^2$ (Вьетнам) – $47,52 \text{ см}^2$ (Египет). Для определения роли морфотипа растений в формировании продуктивности и взаимосвязи количественных признаков провели расчет коэффициентов корреляции.

Отмечена средняя сопряженность "биомассы растения" с "площадью флага" ($r=0,42$) и "общим числом колосков" ($r=0,48$), корреляция "массы зерна с метелки" и "углом отклонения флагового листа" составила 0,41, а с "биологическим урожаем с делянки" - более тесная $r=0,98$. А взаимозависимость "длины флагового листа" с "длиной подфлага" составила 0,79. По странам происхождения сорта различались по биомассе растений, причем наименьшие значения у группы сортов из Вьетнама, Кореи, Японии, а большие показатели у сортов из следующих стран: Египет, Мадагаскар, Узбекистан, Казахстан и Чили. Наряду с адаптивными отечественными сортами риса, высокую продуктивность показали турецкие, вьетнамские, индонезийские, узбекские, казахстанские, итальянские, египетские, американские и мадагаскарские сорта. В среднем по странам они формировали от 110 до 180 колосков, с плотностью метелки от 5,6 до 9,3 шт./см, а вес зерна с метелки 2,7-4,5 грамм. По экологическим группам на уровне европейской (101 колосок на метелке с весом 2,6 г) или превосходят по продуктивности среднеазиатская, южноазиатская и латино-американская группы сортов.

В нашем эксперименте вариабельность продуктивности метелки по сортам существенная: 1,35–4,25 г, при этом ее плотность различалась от рыхлой (1,6 шт./см, Иран) до очень плотной (9,3 шт./см, Турция). В качестве показателя биологической адаптивности сорта к нетрадиционным экологическим и технологическим условиям возделывания другого региона можно рассматривать признак «процент стерильных метелки». Полиморфизм количественных признаков интродуцентов из географически отдаленных регионов в экологических условиях Кубани по странам и ЭГ группам, 2019-2020гг. (Хсп)

Эколог-географическая группа (ЭГГ)	Страна	Площадь флажового листа, см ²	Длина метелки, см	Число колосков, шт.	Масса зерна с метелки, г	Плотность метелки, шт./см
Восточная	Россия-Приморье	10,13	14,0	50,0	1,35	3,4
	Корея	18,85	18,0	87,0	1,82	5,5
	Япония	15,65	15,5	74,5	1,65	4,9
Южноазиатская	Индия	17,30	17,5	64,0	1,64	3,2
	Вьетнам	9,75	16,5	128,0	2,85	6,8
	Китай	28,50	19,5	99,0	2,85	5,2
	Индонезия	27,12	20,5	133,5	2,65	6,9
	Таиланд	17,61	18,0	52,0	1,35	3,3
	Турция	27,95	20,0	181,0	3,92	9,3
Филиппинская	Филиппины	21,75	17,5	102,5	2,15	5,7
Среднеазиатская	Афганистан	26,15	23,5	65,0	1,95	2,8
	Узбекистан	33,10	19,5	110,0	4,25	5,6
	Казахстан	31,11	19,5	152,5	4,15	7,1
Иранская	Иран	16,85	21,0	75,5	1,62	1,6
Европейская	Россия	22,75	16,0	141,5	3,25	8,3
	Италия	23,30	16,5	105,5	2,51	6,5
	Франция	11,45	15,0	69,0	1,92	4,9
	Венгрия	22,51	18,0	92,0	2,62	5,0
	Болгария	27,75	18,0	96,0	2,85	5,7
Африканская	Египет	47,52	17,0	149,5	3,22	7,3
	Мадагаскар	34,53	18,5	119,5	3,35	5,9
	Камерун	21,51	15,0	73,0	2,21	4,7
Латиноамериканская	США	27,92	16,0	143,0	4,51	8,3
	Бразилия	28,65	21,5	106,0	2,80	5,7
	Чили	34,45	19,5	87,0	3,13	4,1
НСР ₀₅		4,2		17,3	0,22	

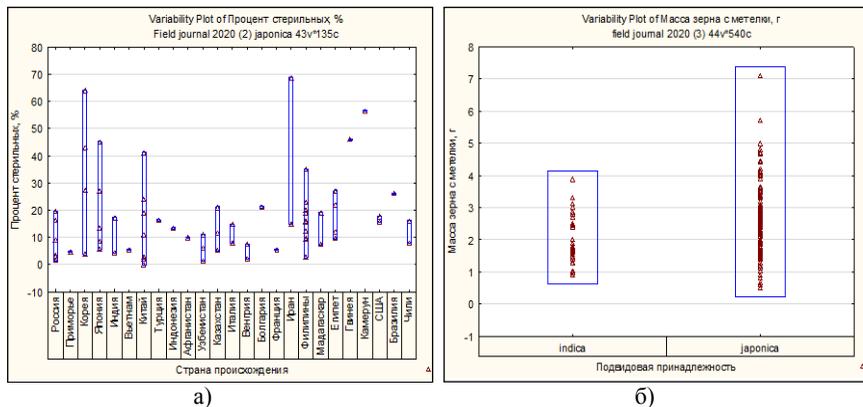


Рисунок. Вариабельность стерильности колосков (а) у сортов по странам и массы зерна с метелки по подвидам риса

колосков метелки» (рис. (а)). У группы сортов из России эта величина варьировала по сортам от 1 до 18 %, меньшую долю стерильных имели сорта из Приморья, Тайланда, Вьетнама, Узбекистана, Венгрии и Италии. Существенно более высокий процент стерильности и высокую вариабельность показали ряд агроэкоотипов из Кореи, Японии, Китая, Ирана, Бразилии, США, Египта, Филиппин и Камеруна (10–65%). В экологических условиях Кубани отмечены также различия по крупности метелки между подвидами риса (рис. (б)), преимущество у азиатского подвида *japonica*, сорта которого формировали от 1,0 до 7,0 г, в то время как сорта подвида *indica* – не более 4,0 г.

Выводы. Природное разнообразие риса, распределенное по различным географическим зонам, представляет собой очень ценный по изменчивости признаков источник для программ селекции по созданию новых сортов. Из числа изученных сортов к местным климатическим условиям хорошо адаптировались и имели ценные агрономические признаки агроэкоотипы из среднеазиатской, южноазиатской и латино-американской группы.

Литература

1. Зеленский, Г.Л. Перспективы создания сортов риса с высокой продуктивностью и адаптивными качествами / Г.Л. Зеленский // Рисоводство, 2003. - № 3. - С. 7-11.
2. Коротенко, Т.Л. Зерновая продуктивность растений сортов риса отечественной и зарубежной селекции под влиянием погодных условий юга России / В книге: Современное состояние, проблемы и перспективы развития аграрной науки: Ма-

- тер. IV межд. научно-практ. конф. Краснодар, 2019. С. 169-170
DOI: 10.33952/09.09.2019.80
3. Коротенко, Т.Л., Гаркуша, С.В., Лозовой, А.С. Банк данных образцов коллекции риса посевного (*ORYZA SATIVA L.*) Свидетельство о регистрации базы данных RU 2016620143, 01.02.2016.
 4. Методические указания по изучению мировой коллекции риса и классификатор рода *Oryza L.* - Ленинград: ВИР, 1982. - 34 с.
 5. Пустовалов, Р.А., Коротенко, Т.Л. Оценка итродуцированных агроэкоотипов *Oryza s.L.* по устойчивости к полеганию растений для расширения генофонда коллекции "ВНИИ риса" / В кн.: Экология и мелиорация агроландшафтов: перспективы и достижения молодых ученых: Матер. VII Межд. научно-практ. конф. 2019. - С. 396-397.
 6. Сметанин, А.П. Методики опытных работ по селекции, семеноводству, семеноведению и контролю за качеством семян риса / А.П. Сметанин, В.А. Дзюба, А.И. Апрод. - Краснодар, 1972. - 156 с.
 7. Hore, D.K. Rice diversity collection, conservation and management in northeastern India / Genetic Resources and Crop Evolution, 2005.- 52 (8).- pp. 1129-1140.
 8. Jackson, M. Protecting the heritage of rice biodiversity / Geo Journal, 1995. -V. 35. - pp. 267-274.
 9. Jason P. Londo, Yu-Chung Chiang, Kuo-Hsiang Hung, Tzen-Yuh Chiang, and Barbara A. Schaal Phylogeography of Asian wild rice, *Oryza rufipogon*, reveals multiple independent domestications of cultivated rice, *Oryza sativa* / PNAS, 2006.- 103 (25). - 9578-9583; <https://doi.org/10.1073/pnas.0603152103>.
 10. Karthika, V., Babitha, K.C., Kiranmai, K., et. al. Involvement of DNA mismatch repair systems to create genetic diversity in plants for speed breeding programs / Plant Physiology Reports, 2020. DOI: 10.1007/s40502-020-00521-9.
 11. Khush, G.S. Origin, dispersal, cultivation and variation of rice / Plant Mol Biol.- 1997.- 35.- pp. 25–34. <https://doi.org/10.1023/A:1005810616885>
 12. Kropff, M.J. ORYZA1: An ecophysiological model for irrigated rice production / Kropff M.J., Van Laar H.H., Matthews R.B. // SARP Research Proceedings. – 1994.- № 110.
 13. Rahman, A.U., Ali Shah, S.M. Genotype × environment interaction for yield and associated traits in rice / Sarhad Journal of Agriculture, 2019. - 35 (2).- pp. 532-538. DOI: 10.17582/journal.sja/2019/35.2.532.538
 14. Reig-Valiente Juan L., Juan Viruel, Ester Sales, Luis Marqués, Javier Terol, Marta Gut, Sophia Derdak, Manuel Talón, Concha Domingo, Genetic Diversity and Population Structure of Rice Varieties Cultivated in Temperate Regions / Rice, 2016. - 9 (58). <https://doi.org/10.1186/s12284-016-0130-5>.
 15. Tao Li Anitha. Simulation of genotype performances across a larger number of environments for rice breeding using ORYZA 2000 / Tao Li Anitha, K.Raman, Manuel MarcaidaIII, Arvind Kumar, Olivyn Angeles Ando, M. Radanielson // Field Crops Research.- – V. 149. – 2013. – P. 312-321.

DOI: 10.33775/conf-2021-220-223

УДК 635.64:631

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КАМЕРЫ ИСКУССТВЕННОГО КЛИМАТА С ЦЕЛЬЮ СОКРАЩЕНИЯ ПЕРИОДА СОЗДАНИЯ ГИБРИДОВ ТОМАТА

Козлова И.В.

ФГБНУ «ФНЦ риса», Краснодар

Аннотация. Проведен эксперимент с выращиванием и гибридизацией растений стерильных и фертильных линий томата в условиях камеры искусственного климата. Установлено, что использование камеры искусственного климата позволяет сократить период создания стерильных линий и гибридов на их основе в 2 раза.

Ключевые слова: томат, линии, гибридизация, фенологические фазы.

DOI: 10.33775/conf-2021-220-223

UDC 635.64:631

USE OF ARTIFICIAL CLIMATE CHAMBER TO REDUCE THE PERIOD OF TOMATO HYBRID Development

Kozlova I.V.

FSBSI «Federal Scientific Rice Centre», Krasnodar

Abstract. An experiment was carried out with the cultivation and hybridization of sterile and fertile tomato lines in an artificial climate chamber. It has been established that the use of an artificial climate chamber makes it possible to reduce the period of development of sterile lines and hybrids based on them by 2 times.

Key words: tomato, lines, hybridization, phenologic phases

Обеспечение населения России высококачественными продуктами питания в течение всего года является важной задачей Правительства, решить которую призвана "Государственная программа развития сельского хозяйства Российской Федерации", рассчитанная до 2025 года [1]. Селекция растений направлена на создание сортов сельскохозяйственных культур с улучшенной генетической конституцией, высокой урожайностью, устойчивостью к биотическим и абиотическим стрессорам. Создание гибридов F₁ – приоритетное

направление в современной селекции овощных культур. Получение высоких урожаев томата возможно при использовании гетерозисных гибридов, которые обладают значительным преимуществом перед сортами по продуктивности растений, выравненности плодов, товарным качествам, дружной отдачей урожая и другим признакам. Создание гибридов томата является многолетней переходящей работой включающей в себя создание родительских линий, адаптивных к почвенно-климатическим условиям юга России, обладающих ценными хозяйственными признаками. Для создания сортов и линий томата требуется длительный период времени. Опыт по применению камер искусственного климата в селекции других культур [2,5] весьма положительный, но информация об использовании их в селекции томата ограничена. Для ускорения процесса создания новых родительских линий была поставлена **цель**: испытать возможность выращивания растений томата, проведения скрещиваний и инбридинга в зимний период в камерах искусственного климата.

Условия и методы исследований. Материалом в исследованиях послужили линии томата, обладающие функциональной мужской стерильностью и линии-опылители. Исследования проводили в камере искусственного климата КВ – 2 РП в зимний период в ФГБНУ «ФНЦ риса». Томаты выращивали рассадным методом [3]. Семена исследуемых линий были высеяны 05 ноября в пластиковые кассеты. В условиях камеры искусственного климата всходы получили через 6 – 7 дней (11 – 12 ноября). В возрасте 30 дней рассаду пересадили в пластиковые ведра объемом 8 литров. Для набивки ведер использовали смесь из почвы, взятой с поля и грунта для рассады (универсальный) в соотношении 2:1. Температура воздуха в камере искусственного климата колебалась в пределах 24 - 27 °С днем и 18 - 20 °С ночью. Длина светового дня 12 часов. Проблема поставки элементов питания решалась внесением комплексного минерального удобрения «Terraflex 17:17:17» с поливной водой из расчета 20г/10л с периодичностью раз в 6 дней.

Результаты и обсуждение. Растения имели хорошее развитие. Бутонизация фертильной линии – опылителя началась 09 января, цветение – 12 января. Немного позже (15 января) началось цветение стерильной линии. Селекционная работа в камере искусственно-го климата велась с использованием методов классической селекции,

гибриды F_1 создавались на основе линий с функциональной мужской стерильностью [4]. 16-20 января было проведено инцухтирование линии с ФМС с закрепителями стерильности и гибридизация родительских линий (рис. 1). Фертильные растения линии-опылителя так же завязывали плоды без принудительного опыления. Уборка плодов в фазе биологической спелости проведена в конце февраля (рис. 2).

После дозаривания плодов семена были выделены и высушены. Повторный посев свежими семенами провели 19 марта. Всходы были получены 28 марта. Высаженные в поле растения зацвели 20 мая и селекционный процесс был продолжен.

Анализ прохождения фенологических фаз растениями томата (табл.), при выращивании в условиях климатической камеры и селекционной пленочной теплицы не выявил особых различий.



Рисунок 1. Гибридизация томата в камере искусственного климата



Рисунок 2. Созревание плодов томата в камере искусственного климата

Таблица. Прохождение фенологических фаз линиями томата при различных условиях выращивания.

Фенологические фазы	Линия с ФМС		Линия - опылитель	
	климати- ческая камера	селекци- онная теп- лица	климати- ческая камера	селекци- онная теп- лица
	Прохождение фазы, дней			
Всходы – бутонизация	60	66	58	57
Всходы - цветение	66	70	62	62
Цветение – созревание	43	43	46	48
Всходы - созревание	109	113	108	110

Таким образом, использование камеры искусственного климата позволяет сократить период создания стерильных линий и гибридов на их основе в 2 раза.

Литература

1. Распоряжение Правительства РФ от 17 ноября 2008 г. № 1662-р. О Концепции долгосрочного социально—экономического развития РФ (с изменениями и дополнениями) / Система ГАРАНТ : <http://base.garant.ru/194365>.
2. Бондарева Л.Л., Разин О.А. Использование камер искусственного климата при селекции капусты. Овощи России. 2014;(4):37-39. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2014-4-37-39>.
3. Бунин, М.С. Производство гибридных семян овощных культур: Учебное пособие / Бунин М.С. Монахов Г.Ф. Терехова В.И. – М.: Изд-во РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2011. – 182 с.
4. Грушанин, А.И. Технология выращивания томата в открытом грунте на Кубани. Рекомендации / Грушанин А.И., Есаулова Л.В., др. – Краснодар, 2016. – 36с.
5. Schwarz D., Thompson A. J., Kläring H. P. Guidelines to use tomato in experiments with a controlled environment // *Frontiers in plant science*. – 2014. – Т. 5. – С. 625.

DOI: 10.33775/conf-2021-224-228

УДК 633.18: 575.1:631.559

НАСЛЕДОВАНИЕ ВЫСОТЫ РАСТЕНИЙ И ДРУГИХ ПРИЗНАКОВ ПРОДУКТИВНОСТИ У РИСА

Чухирь И.Н., Чухирь Н.П.

ФГБНУ «ФНЦ риса», г. Краснодар

e-mail: irina-chukhir@mail.ru

Аннотация. Наследование и изучение таких признаков у культуры рис, как высота растений, длина метелки, количество колосков и выполненных зерен на ней, масса 1000 зерен, масса зерна с метелки и растения имеет большое значение в селекционной работе, так как от этих признаков зависит продуктивность риса. Поэтому при проведении селекции необходимо знать генетический механизм каждого из признаков и их взаимодействие.

Ключевые слова: признаки, наследование, родительские формы, гибриды, гибридная комбинация.

DOI: 10.33775/conf-2021-224-228

UDC 633.18: 575.1:631.559

INHERITANCE OF PLANT HEIGHT AND OTHER PRODUCTIVITY TRAITS IN RICE

Chukhir I.N., Chukhir N.P.

FSBSI «Federal Scientific Rice Centre», Krasnodar

e-mail: irina-chukhir@mail.ru

Summary. The inheritance and study of such traits in rice crop as plant height, panicle length, number of spikelets and filled grains on it, 1000 grains weight, grain weight per panicle and plant is of great importance in breeding work, since rice productivity depends on these traits. Therefore, when carrying out breeding, it is necessary to know the genetic mechanism of each of the traits and their interaction.

Key words: traits, inheritance, parental forms, hybrids, hybrid combination.

Введение

При ведении селекции на продуктивность селекционерам необходимо проводить всестороннее изучение изменчивости признаков у вновь выведенных сортов риса и выяснять причины, лимитирующие их фотосинтетическую и зерновую продуктивность в посевах [1,2,3].

Для изучения были подобраны 10 родительских пар отличающихся по таким признакам как высота растений, длина метелки, масса 1000 зерен, форма колоска. Признак, который не является непосредственным элементом продуктивности, но оказывает значительное влияние на устойчивость растений к полеганию – это высота растений [3,4]. Высокорослые растения склонны полегать, а низкорослые обладают устойчивостью к полеганию. Поэтому селекция риса в последние десятилетия направлена на выведение сортов, высота которых не превышает 100-110 см. У всех 10 комбинаций гибриды первого и второго поколения имели промежуточную высоту растений по сравнению с родительскими формами (табл.). Например, у материнской формы Апполон высота растения составляет в среднем 95.0 см, у отцовской формы Титан-85.0 см, а у гибридной комбинации Апполон / Титан в первом поколении 92.0 см, во втором - 91.0 см.

Таблица. Наследование признаков продуктивности

Сим волю	Название родительских форм и гибрида	Высота растений, см	Длина главной метелки, см	Масса 1000 зерен, г	Форма колоска
1	2	3	4	5	6
♀	Апполон	95.0	16.0	28.0	круглая
♂	Титан	85.0	15.0	33.0	полуудлиненная, крупная
F ₁	Апполон / Титан	92.0	15.0	32.0	полуудлиненная, крупная
F ₂	Апполон / Титан	91.0	15.5	33.0	полуудлиненная, крупная
♀	Олимп	87.0	17.0	28.0	ср.крупности
♂	Фаворит	92.0	14.0	32.0	крупная
F ₁	Олимп / Фаворит	89.0	16.0	31.0	крупная
F ₂	Олимп / Фаворит	90.0	16.5	30.0	крупная
♀	Патриот	98.0	16.0	33.0	ср.крупная
♂	Партнер	88.0	14.0	32.0	ср.крупная
F ₁	Патриот / Партнер	95.0	15.0	32.5	ср.крупная
F ₂	Патриот / Партнер	92.0	14.5	32.5	ср.крупная
♀	Соната	93.0	15.0	29.0	округлая
♂	Северный 8242	106.0	18.0	28.0	полуокруглая, ср.крупная
F ₁	Соната / Северный 8242	100.0	17.0	28.5	полуокруглая, ср.крупная
F ₂	Соната / Северный 8242	99.5	17.5	29.5	округлая, ср.крупная
♀	Северный 8242	102.0	17.0	29.0	полуокруглая, ср.крупная

Окончание таблицы

1	2	3	4	5	6
♂	Соната	95.0	17.0	31.0	округлая
F ₁	Северный 8242 / Соната	98.5	17.0	30.0	округлая
F ₂	Северный 8242 / Соната	99.5	17.0	30.0	округлая, ср.крупная
♀	Северный 8242	105.0	17.0	28.0	полуокруглая, ср.крупная
♂	Рапан	88.0	16.0	27.0	ср. крупная
F ₁	Северный 8242 /Рапан	95.5	16.5	27.0	ср. крупная
F ₂	Северный 8242 /Рапан	96.5	16.5	27.5	полуокруг- лая, крупная
♀	Рапан	88.0	17.0	28.0	ср. крупная
♂	Северный 8242	106.0	17.0	29.0	полуокруглая, ср.крупная
F ₁	Рапан /Северный 8242	98.0	17.0	29.0	округлая, ср.крупная
F ₂	Рапан /Северный 8242	99.5	17.0	29.0	округлая, ср.крупная
♀	Атлант	95.0	19.0	28.0	округлая
♂	Титан	85.0	15.0	32.0	полуудле- ненная, крупная
F ₁	Атлант / Титан	90.0	18.0	31.0	полуудле- ненная, крупная
F ₂	Атлант / Титан	90.0	18.0	31.0	полуудле- ненная, крупная
♀	Атлант	98.0	19.0	29.0	округлая
♂	Лидер	90.0	14.0	30.0	ср.крупности
F ₁	Атлант / Лидер	95.0	17.0	29.5	округлая, ср.крупности
F ₂	Атлант / Лидер	96.5	18.5	29.5	округлая, крупная
♀	Партнер	88.0	16.0	32.0	ср.крупная
♂	Соната	95.0	16.0	30.0	округлая
F ₁	Партнер /Соната	91.5	16.0	31.0	округлая
F ₂	Партнер /Соната	93.0	16.0	31.0	ср.крупная, округлая

Средне изменчивым признаком у риса является длина главной метелки. Было замечено, что она подвержена больше гибридологической изменчивости [3,5,6]. У родительских форм она варьировала от 13

до F₁, гибридные растения, как в первом, так и во втором поколении не имели особого отличия по этому признаку от родительских форм.

Большое значение при оценке любого селекционного образца на продуктивность [5,6] имеет сортовой признак, масса 1000 зерен. И в F₁ и в F₂ наследование этого признака наблюдалось в сторону отцовской формы, и варьировала от 28.0 до 31.0 грамм (табл. 1).

В первом поколении при скрещивании образца с крупным зерном и формой, у которой мелкие колоски наблюдается наследование отцовского признака. Во втором поколении происходит расщепление на основе законов Г. Менделя, то есть среди данной популяции можно обнаружить разные по крупности семена [1,5]. При скрещивании родительских форм Аполлон и Титан, и Атлант с Титаном сорт Аполлон и сорто Атлант имели круглую зерновку средней крупности, а сорт Титан полуудлиненную, крупную. Гибриды первого и второго поколения имели полуудлиненную крупную зерновку.

Выводы

1. У всех изучаемых гибридных комбинаций высота растений имела промежуточную форму наследования.

2. Длина метеки у гибридных комбинаций обоих поколений не имела сильного отличия от родительских форм, и так же имела промежуточное наследование.

3. Гибриды первого и второго поколения наследовали форму и крупность зерновки отцовской линии.

3. Для ускорения селекционного процесса со второго поколения возможен отбор растений с нужным размером колосков или необходимой массой 1000 зерен на основе эффекта трансгрессии.

Литература

1. Брюбейкер, Д.Ж. Сельскохозяйственная генетика /Д.Ж.Брюбейкер, - М: Колос, 1966, С.237.
2. Дзюба В.А. Генетика признаков соцветия риса / Дзюба В.А., Есаулова Л.В., Чухирь И.Н., Коротенко Т.Л., Зеленский А.Г.- Зерновое хозяйство России. 2019. № 1 (61). С. 44-48.
3. Дзюба В.А. Формирование признаков, определяющих урожайность сортов риса, под влиянием минеральных удобрений / Дзюба В.А., Уджуху А.Ч., Чухирь И.Н., Лапина Е.Н., Шевель С.А.- Достижения науки и техники АПК. 2012. № 7. С. 46-48.
4. Дзюба, В.А. Генетика риса / В.А.Дзюба.-Краснодар: Изд-во КГАУ, 2004.-285с.

5. Чухирь И.Н. Корреляционная взаимосвязь между признаками растений риса / Чухирь И.Н.- Материалы XV международного симпозиума Нетрадиционное растениеводство. Эниология. Экология и здоровье.. 2006. С. 284-285.
6. Чухирь И.Н. Количественные признаки риса, контролирующие урожайность и их наследование / Чухирь И.Н., Есаулова Л.В., Чухирь Н.П.- Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2019. № 151. С. 15-23.

DOI: 10.33775/conf-2021-229-233

УДК 633.853.52.

СОЯ – ЦЕННАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ КУЛЬТУРА

Кошкарова Т.С.

Федеральный научный центр «Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур имени В.С. Пустовойта», Краснодар

Аннотация: Соя - одна из самых ценных сельскохозяйственных культур мирового земледелия, не имеющая себе равных по содержанию и качеству белка и жира. Она используется для изготовления многих высокопитательных и диетических пищевых продуктов, а также как ценное промышленное сырье. Особая роль отводится этой культуре в решении проблемы обеспечения кормовым белком животноводства. Среднее содержание полноценного белка в зерне распространенных сортов колеблется в пределах 32–48 %, жира – 16–25 % и углеводов – более 20 %. Из 1 тонны зерна получают 0,7–0,75 т шрота, содержащего, 40 % протеина, 14 % жира, 100 кг семян эквивалентны 131 к.е., 100 кг зеленой массы -21 к.е., причем сбалансированной по протеину (223 г/к.е.). Благодаря таким высоким кормовым достоинствам соя получает все более широкое распространение во многих районах страны.

Ключевые слова: соя, сорт, урожайность, посевная площадь, семена, белок.

DOI: 10.33775/conf-2021-229-233

UDC 633.853.52.

SOYBEAN – VALUABLE AGRICULTURAL CROP

Koshkarova T.S.

V.S. Pustovoit All-Russian Research Institute of Oil Crops(VNIIMK), Krasnodar

Abstract: Soybeans are one of the most valuable agricultural crops in world agriculture, unmatched in terms of protein and fat content and quality. It is used for the manufacture of many highly nutritious and dietetic foods, as well as a valuable industrial raw material. A special role is assigned to this crop in solving the problem of providing animal husbandry with fodder protein. The average content of

complete protein in the grain of common varieties ranges from 32–48%, fat - 16–25% and carbohydrates - more than 20%. From 1 ton of grain, 0.7-0.75 tons of extracted meal is obtained, containing 40% protein, 14% fat, 100 kg of seeds are equivalent to 131 c.u., 100 kg of green mass -21 c.u., and balanced in protein (223 g / c.u.). Due to such high feed values, soybeans are becoming more widespread in many parts of the country.

Key words: soybean, variety, yield, sowing area, seeds, protein.

Введение: В связи с ростом населения земного шара и сокращения пахотной земли особую важность приобретает проблема замены традиционных продуктов питания животного происхождения на аналогичную пищу, полученную из белковых растений [1]. А белки, как основа жизни на земле, являются дефицитной и дорогой частью рациона питания людей, поэтому отсутствие необходимого их количества в продуктах вызывает отклонение в развитии организма, а также провоцирует различные болезни. Согласно рекомендациям Совета производителей соевых белков, среднестатистический житель Земли для нормального существования ежегодно с пищей должен получать 70 г полноценного белка, из которых 55% должно быть животного происхождения и 45% - растительного, между тем мировой дефицит протеинов ежегодно составляет 15 млн. т, и во многом из-за катастрофического снижения поголовья скота, которое только в Российской Федерации сократилось почти наполовину [2]. Однако существует более эффективный способ решения белковой проблемы, чем значительное расширение поголовья сельскохозяйственных животных. Это использование в глубокой переработке маслосемян сои для получения соевой муки и растительного масла, а затем на их основе – всего многообразия соевых продуктов (1 тыс. наименований). Такие универсальные заводы давно уже существуют в Америке, Европе, Азии и даже Африке, где производятся сотни тысяч тонн белковой и масличной продукции в год. Питательная ценность 1 кг соевого белка соответствует 5 кг мяса, и этот белок значительно полезнее для организма, чем пища животного проис-

хождения, особенно для людей с различными физиологическими заболеваниями и расстройствами.

Кроме того, 30%-ная замена животного белка на растительный почти в три раза снижает риск сердечно-сосудистых и раковых заболеваний. Да и хранение таких продуктов обходится гораздо дешевле, так как не нужны морозильные камеры и подвалы. Кроме высокой питательной ценности, велико значение сои в современном земледелии. Эта культура способна улучшить водно-физические свойства почвы, фиксировать азот из воздуха и обогащать им почву с помощью клубеньковых бактерий. Она может усваивать труднодоступные питательные вещества из глубоких слоев почвы, что делает ее ценным предшественником для многих сельскохозяйственных культур [3].

В мировом земледелии соя одна из самых распространенных сельскохозяйственных культур, занимающая около 70 млн. га при средней урожайности 2-2,2 т/га. Причем наблюдается устойчивый рост ее посевных площадей и урожайности. Так, еще в 1984 г. посевы сои в мире составляли только 52 млн. га, а урожайность – 1,7 т/га.

Эта культура занимает первое место в мировых ресурсах производства масла, шрота, комбикормов и имеет значительный удельный вес в региональных и национальных программах. В США разработана такая комплексная программа производства сои, где главная роль отводится селекции и семеноводству этой культуры.

В Российской Федерации, если рассматривать в целом, это малораспространенная культура, занимающая в посевах около 500 тыс. га, с урожайностью 0,7 т/га. Однако в отдельных районах, таких как Краснодарский край, наблюдается устойчивая тенденция к росту посевных площадей (в 90-х годах – 30 тыс. га, в настоящее время – 50 тыс. га).

Лидерами по производству сои в 2019 году стали: Амурская область (размер площадей - 857,1 тыс. га), Приморский край (309,4 тыс. га, Курская область (281,7 тыс. га), Белгородская область (267,2 тыс. га), Краснодарский край (203,5 тыс. га). Также значительные наделы имеются в Воронежской, Тамбовской, Орловской, Липецкой, Самарской, Саратовской, Пензенской, Новосибирской областях, Алтайском, Ставропольском и Хабаровском краях (рисунок 1).

■ Амурская область ■ Приморский край ■ Курская область
■ Белгородская область ■ Краснодарский край ■ Другие регионы РФ

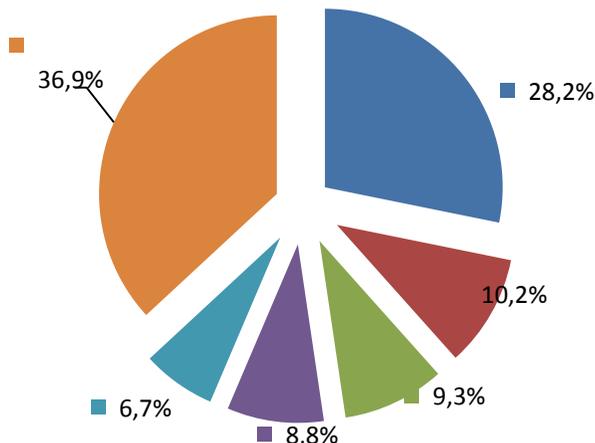


Рисунок 1. Производство сои по регионам Российской Федерации, 2019 год

В Волгоградской области соя также получает все большее распространение. В условиях орошаемого земледелия эта культура может возделываться в области повсеместно и давать более 3 т/га зерна. Без орошения с гарантией получения от 1,5 т/га зерна, сою можно возделывать только в северо-западных районах степной зоны черноземных почв Волгоградской области [4].

Таким образом, для расширения посевов сои нужны комплексно ценные сорта этой культуры, выведенные в специфических условиях резко континентального местного климата и хорошо приспособленные к возделыванию в условиях орошения и неорошаемого земледелия. Однако сельскохозяйственному производству области, расположенной в нескольких почвенно-климатических зонах с резко-континентальным и изменчивым климатом нужны скороспелые и более продуктивные сорта этой культуры, ориентированные к различным условиям возделывания и способные давать устойчивые урожаи кондиционных семян в любые по климатическим условиям годы.

Литература

1. Балакай Г.Т., Балакай Н.И. Поволжье - перспективная зона для возделывания сои // Земледелие. 2010. № 3. С. 16-18.
2. Бородычев В.В., Лытов М.Н., Диденко А.А., Пахомов Д.А. Капельное орошение сои // Волгоград. 2006, 167с.
3. Толоконников В.В., Кошкарлова Т.С. Новый сорт сои Волгоградка 2 // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. 2021. Т. 11. № 1. С. 14-23.
4. Толоконников В.В., Медведева Л.Н., Кошкарлова Т.С., Оноприенко Ю.Г. Селекция отзывчивых на орошение сортов сои с обоснованием экономической значимости для национальной экономики // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2020. № 4 (60). С. 68-79.

БИОТЕХНОЛОГИЯ И МОЛЕКУЛЯРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ

DOI: 10.33775/conf-2021-234-237

УДК 664.6

ФЕРМЕНТАТИВНАЯ ДЕСТРУКЦИЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КОРМОВ

Мартеха А.Н.

*Российский государственные аграрный университет – Московская
сельскохозяйственная академия им. К.А. Тимирязева, Москва*

Аннотация. В статье приведены результаты исследований ферментной деструкции при производстве кормов.

Ключевые слова: зерновые культуры, манноза, маннолигосахариды, комбикорм, ферменты.

DOI: 10.33775/conf-2021-234-237

UDC 664.6

ENZYMATIC DESTRUCTION IN THE FEED PRODUCTION

Martekha A.N.

*Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural
Academy, Moscow*

Abstract. The article presents the results of studies of enzymatic destruction in the feed production.

Key words: cereals, mannose, mannoligosaccharides, compound feed, enzymes

Зерновые культуры, являющиеся основой производства комбикормов, содержат в своем составе значительную часть маннансодержащих компонентов.

Некрахмалистые полисахариды входят в состав этих компонентов и не расщепляются ферментами желудочно-кишечного тракта (далее ЖКТ) животных. Полисахариды относятся к основной составляющей клеток эндосперма и стенок зерновых культур, данный вид полисахаридов снижает усвояемость компонентов комбикорма, а

также затрудняет воздействие пищеварительных ферментов на содержимое зерновых клеток [1].

Чтобы решить проблему усвояемости некрахмалистых полисахаридов, нами был применен метод ферментной деструкции. Он основан на использовании мультиэнзимных ферментных препаратов с целью разложения некрахмалистых полисахаридов на моносахара.

Манннансодержащее растительное сырье расщепляется на маннозу и маннолигосахариды, относящиеся к бифидогенным критериям, и обладающие целым рядом необходимых функциональных свойств. Эти свойства благоприятно влияют на ЖКТ животных и повышают показатели продуктивности.

Манноза играет одну из ведущих ролей в повышении иммунного статуса организма животных, находится в составе иммуноглобулинов, относится к группе витаминopodobных сахаров, принимает участие в синтезе гликолипидов. Для предохранения ЖКТ от размножения патогенных бактерий используют сорбенты на основе маннозы, связывающие микотоксины.

На сегодняшний день при производстве комбикормов известно достаточное количество способов, в состав которых включены процессы смешивания дробленного сырья с применением ферментных препаратов, при этом поддерживается определенный температурный режим и *pH*. При таких способах, проявление своей наибольшей активной деятельности, ферментный препарат осуществляет при влагосодержании продукта не ниже естественной и не выше той, при которой теряется сыпучесть продукта на протяжении определенного промежутка времени, за который будет достигаться необходимая степень модификации смеси. Ферментативная деструкция на сырье может осуществляться с последующей тепловой инактивацией ферментов в результате сушки сырья, также воздействие может происходить однократно или с использованием нескольких периодов с применением различных ферментных препаратов, а также с присутствием воды однократно или несколькими приемами [2].

Известным способам присущи определенные недостатки, такие как продолжительность и трудоемкость процесса приготовления комбикорма, так как необходимо постоянно осуществлять процесс длительного механического воздействия и смешивания при поддержании необходимых температурных режимов и *pH*. Кроме того, необходимо поддерживать влажность сырья для того, чтобы достиг-

нуть наибольшей активности ферментного препарата. Также к недостаткам стоит отнести использование дополнительного последующего смешивания компонентов смеси, а также непродолжительный период для последующего хранения готового комбикорма.

С целью интенсификации процесса получения модифицированных комбикормов необходимо сократить время на осуществление процесса ферментативного гидролиза растительного сырья, за счет снижения количества используемого ферментного препарата, так как планируется применять ферменты с более высокой ферментативной активностью. Еще одной задачей при реализации предлагаемого способа является повышение качества комбикормов, их ускоренной перевариваемости и усвояемости, так как в процессе гидролиза будут разлагаться трудноусвояемые полисахариды маннансодержащего сырья. Также планируется повысить продолжительность хранения комбикормов ввиду низкого начального влагосодержания готового продукта.

С целью реализации предлагаемого способа производства комбикормов в дробленое зерновое сырье добавляют воду в пропорции 1:1 или 1:2. После этого вносят мультиэнзимный порошковый ферментный препарат в количестве 0,04% от массы исходного сырья. Продолжительность ферментативного гидролиза при температурном режиме 60°C составляет 1,5-2 часа. Ферментный препарат относится к натуральной композиции существующих ферментов, таких как целлюлаза, β -маннаназа, β -глюконаза, продуцируемых генетически немодифицированной грибной культурой рода *Trichoderma*. По окончании ферментативного гидролиза продукт направляется на сушку воздухом конвективным способом при температуре 120–125°C, что обеспечивает инактивацию ферментного препарата. Готовый продукт имеет влажность 7–10% [3].

Преимущество предлагаемого способа заключается в уменьшении массы вносимого ферментного препарата к массе смеси, сокращении продолжительности ферментативного гидролиза маннансодержащего растительного сырья, интенсификации и упрощении способа производства комбикормов, повышении качества комбикормов, т.е. их перевариваемости и усвояемости, увеличении периода хранения комбикормов [4,5].

Были проведены эксперименты по реализации способа, так измельченное сырье смешивали с водой в соотношении 1:2, вносили

порошковый ферментный препарат в количестве 0,05% от общей массы измельченного сырья, далее выдерживали при постоянном перемешивании в течение 2-х часов при температуре 60°C. Далее продукт направлялся на сушку подогретым воздухом при температуре 120°C до конечной влажности продукта 10%.

После проведения ферментативной обработки степень гидролиза маннанов в комбикормах по сравнению с исходным продуктом достигала 75,0%. Количество водорастворимых углеводов повышалось на 35%. Величина питательности и усвояемости комбикормов возрастала в 1,5 раза.

Так при уменьшении вносимого ферментного препарата менее 0,03%, содержание водорастворимых углеводов повышалось лишь на 7%, степень гидролиза маннанов в комбикормах по сравнению с исходным продуктом в результате ферментативной деструкции достигала 20%, степень питательности и усвояемости комбикормов возрастала только в 0,4 раза, а повышение количества вносимого ферментного препарата более 0,05% экономически нецелесообразно.

Литература

1. Технология производства модифицированных кормов с иммуностропным и пребиотическим действием / В. М. Кравченко, И. В. Черемушкина, А. Н. Мартеха, Ю. С. Новикова // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. – 2012. – № 2(52). – С. 113-115.
2. Патент №2201689. Способ производства кормов: № 2000117299/13: заявл. 10.07.2002; опубл. 10.04.2003 / И.В. Кручинина-Богданов; заявитель, патентообладатель И.В. Кручинина-Богданов. – 5 с.
3. Патент №2512908. Способ производства кормов: № 2012147098/13: заявл. 07.01.2012; опубл. 10.04.2014 / И.В. Черемушкина, О.С. Корнеева, А.Н. Мартеха; заявитель, патентообладатель Воронеж. гос. ун-т инженерных технологий. – 5 с.
4. Кравченко, В.М. Разработка способа производства комбикорма с пребиотическим действием / В.М. Кравченко, И.В. Черемушкина, А.Н. Мартеха // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2011. – № 11. – С. 67.
5. Кравченко, В. М. Исследование гигротермических свойств модифицированного корма / В. М. Кравченко, А. Н. Мартеха // Кормопроизводство. – 2012. – № 9. – С. 45-46.

DOI: 10.33775/conf-2021-238-242

УДК 577.152.314

**ВЛИЯНИЕ *CERCOSPORA SOJINA* HARA НА
РИБОНУКЛЕАЗНУЮ АКТИВНОСТЬ *GLYCINE MAX***

Мартыненко Н.В.

*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
федеральный научный центр всероссийский научно-
исследовательский институт сои, Благовещенск*

Аннотация. Одной из самых распространенных проблем современной биотехнологии является исследование механизмов устойчивости растений к патогенам и изучение механизмов фитоиммунитета. В статье рассмотрены удельная активность и множественные формы рибонуклеаз семян сои под влиянием грибной болезни *Cercospora sojina* Hara.

Ключевые слова: семена сои, Кружевница, Сентабринка, Умка, Веретейка, Даурия, Золушка, Лазурная, Топаз

DOI: 10.33775/conf-2021-238-242

UDC 577.152.314

**IMPACT OF *CERCOSPORA SOJINA* HARA ON RIBONUCLEASE
ACTIVITY OF *GLYCINE MAX***

Martynenko N.V.

FSBSI FRC All-Russian Soybean Research Institute, Blagoveschensk

Abstract. One of the most common problems of modern biotechnology is the study of the mechanisms of plant resistance to pathogens and the study of the mechanisms of phytoimmunity. The article discusses the specific activity and multiple forms of ribonucleases of soybean seeds under the influence of the fungal disease *Cercospora sojina* Hara.

Key words: soybean seeds, Kruzhevniksa, Sentyabrinka, Uмка, Veretejka, Dauriya, Zolushka, Lazurnaya, Topaz.

Во время вегетации соя (*Glycine max*) сталкивается, как с абиотическими, так и биотическими факторами, которые оказывают влияние на величину и качество урожая. Абиотические факторы такие, как высокая температура, низкая влагообеспеченность, затопление почв, часто повторяющиеся засухи в фазу бутонизации, цветения и образования бобов являются критическими при формировании уро-

жая. При очень низкой влажности не образуются новые и сбрасываются имеющиеся цветки и бобы. При таких экстремальных погодных условиях усиливается влияние биотических факторов: увеличивается риск поражения бактериальными и грибными инфекциям [1].

Церкоспороз сои вызывают грибки сапрофиты *Cercospora sojina* Nara (*C. sojina*), с нижней стороны листьев образуется темно-серый или черный налет, а на семенах появляются неправильно-округлые, выпуклые коричнево-серебристые пятна с бурой каймой или расплывчатыми краями [2].

Источником инфекции являются зараженные семена и остатки пораженных растений. При сильном развитии болезни урожай снижается в 2-3 раза, кроме того уменьшается содержание масла и протеина в зерне.

Гидролитические ферменты играют важную роль в адаптации растений к изменяющимся природным условиям среды. К ферментам с широкой субстратной специфичностью относится рибонуклеаза (РНКаза) (К.Ф. 3.1), её выделяют среди первых защитных энзимов, обладающих способностью нейтрализовать действие большого спектра вирусных, бактериальных и других инфекций [3].

Одной из ведущих проблем современной биотехнологии это исследование механизмов устойчивости растений к патогенам и изучение механизмов фитоиммунитета. При наличии или отсутствии иммунитета во многом определяется рост, развитие и продуктивность растений. Особенно это важно для сельскохозяйственных растений, продуктивность которых во многом определяется их способностью противостоять действию патогена [4].

Именно данная проблема обуславливает актуальность исследований, направленных на познание механизмов, определяющих устойчивость растений к действию патогенов.

Цель работы – изучить удельную активность и множественные формы рибонуклеаз семян сои под влиянием грибной болезни *Cercospora sojina* Nara.

Объектом исследования служили семена сои: Кружевица, Сентябрька, Умка, Веретейка, Даурия, Золушка, Лазурная, Топаз.

Отбор семян, зараженных *C. sojina*, производился путем визуального отбора семенного материала по следующим морфологическим признакам: наличие на семенах неправильно-округлых, выпуклых, коричнево-серых пятен с резко выраженным бурым ободком

или с расплывчатыми краями [5,6]. Контролем служили семена выше перечисленных сортов сои, незараженные грибной болезнью.

Экстракты белков семян сои, гомогенизировали и экстрагировали в фарфоровых ступках, удельную активность рибонуклеаз определяли спектрофотометрическим методом, белок – методом Лоури. Электрофоретические спектры РНКаз выявляли методом пластинчатого электрофореза 8 %-го полиакриламидного геля. Выявление на геле зон с ферментативной активностью (форм ферментов) проводили соответствующими гистохимическими методами. Математическую обработку данных проводили с помощью программы Statistica 10, графическое представление данных – Excel (2010). Результаты выражали как среднее ($n = 6$) \pm стандартное отклонение, различия считались статистически значимыми при $p < 0,05$ [7].

При анализе удельной активности РНКаз в семенах сои, зараженных церкоспорозом, было выявлено, снижение удельной активности РНКаз относительно контроля.

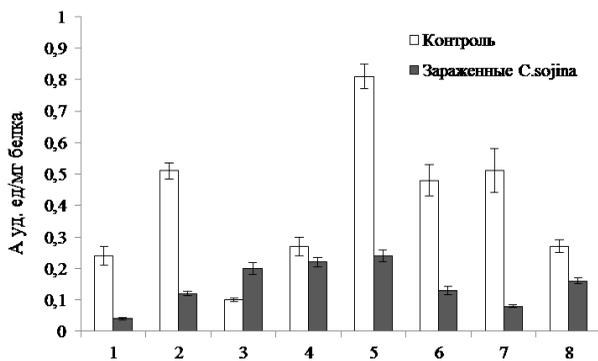


Рисунок 1. Удельная активность РНКаз семян сортов сои, зараженных и не зараженных *Cercospora soja* Нара, где: 1 – Кружевница, 2 – Сентябринка, 3 – Веретейка, 4 – Умка, 5 – Даурия, 6 – Золушка, 7 – Лазурная, 8 – Топаз

При этом следует отметить, что удельная активность фермента снизилась в сортах: Кружевница и Лазурная в 6 раз; Сентябринка, Даурия и Золушка в 4 раза, относительно контроля. Однако интересно

заметить, что в сорте сои Веретейка удельная активность РНКаз увеличилась в 2 раза по отношению к контролю. Семенова, Дубовицкая и др. ранее установили, что влияние метаболитов нарушает обмен веществ в пораженных семенах и в проростках, а также что удельная активность ферментов различна у здоровых и пораженных семян [8,9].

Анализ схем энзимограмм гидролаз семян исследуемых сортов сои, зараженных и незараженных *C. sojae*, позволил выявить 10 форм РНКаз. Установлена устойчивая форма рибонуклеаз P2 ($R_f = 0,84$), которая встречается во всех образцах, в условиях заражения церкоспорозом.

Было установлено, что в условиях заражения церкоспорозом в сортах сои Кружевница и Умка, число форм уменьшилось (с 4 до 3), при этом в сорте Даурия увеличилось (с 3 до 4), в остальных сортах сои число форм РНКаз сохранилось на уровне контроля.

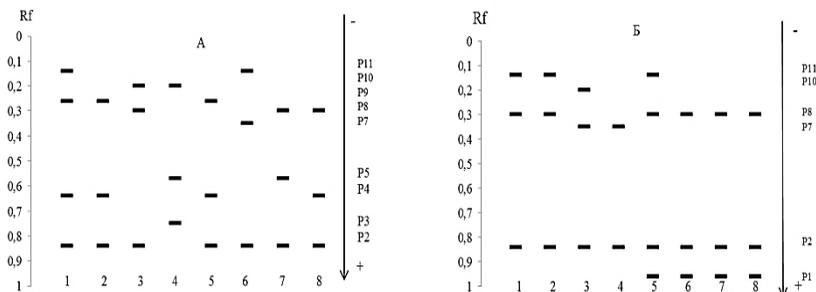


Рисунок 2. Схемы энзимограмм РНКаз семян сортов сои, зараженных и не зараженных *Cercospora sojae* Nag. где: 1 – Кружевница, 2 – Сентябринка, 3 – Веретейка, 4 – Умка, 5 – Даурия, 6 – Золушка, 7 – Лазурная, 8 – Топаз
Стрелка – направление электрофореза от катода к аноду

Принимая во внимание тот факт, что у большинства вирусов растений генетический материал представлен РНК, можно предположить, что экстраклеточные РНКазы, индуцируемые повреждением, являются одним из компонентов противовирусной защиты. Сангаев С.С. и др. показали, что растения табака с повышенной активностью экстраклеточной рибонуклеазы характеризуются увеличенной устойчивостью к вирусу табачной мозаики [10]. Это подтвер-

ждает гипотезу об участии экстраклеточных рибонуклеаз растений в формировании устойчивости к вирусам.

Таким образом, полученные нами результаты свидетельствуют о снижении вирусоустойчивости исследуемых сортов сои в условиях воздействия *Cercospora sojina* Nara. Исключение составили семена скороспелого сорта Веретейка, при заражении которых *C. sojina*, удельная активность РНКазы увеличилась в 2 раза по сравнению с контролем, а число форм фермента сохранилось на уровне контроля, что подтверждает вирусоустойчивость сорта и согласуется с его характеристикой, как среднеустойчивого к грибковым болезням.

Список литературы:

1. Система защиты посевов сои от сорной растительности и болезней по технологии BASF на Дальнем Востоке [Электрон.ресурс]. – Режим доступа: <https://www.agro.basf.ru/ru/>– 12.06.2021.
2. Затыбеков А.К. и др. Анализ мировой коллекции сои на устойчивость к церкоспорозу и пурпурному церкоспорозу в условиях юго-востока Казахстана // Второй международный форум "зернобобовые культуры, развивающееся направление в россии". – 2018. – С. 56-59
3. Лаврентьева С.И. и др. Рибонуклеазная активность проростков сои в условиях окислительного стресса // Вестник Камчатского государственного технического университета. – 2019. – № 47. – С. 79-85.
4. Семенова Е.А., Титова С.А., Дубовицкая Л.К. Энзиматическая активность инфицированных листьев *glycine max* и *glycine soja* // Фундаментальные исследования. – 2011. – №12. – С. 708-711.
5. Пересыпкин В.Ф. Сельскохозяйственная фитопатология. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: «Колос», 1974. – 500 с.
6. 10. Хохряков М.К., Доброзракова Т.Л., Степанов К.М., Легова М.Ф. Определитель болезней растений. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – Л.: отделение издательства «Колос», 1966. – 592 с.
7. Иваченко Л.Е. и др. Методы изучения полиморфизма ферментов сои. – Благовещенск: Изд-во БГПУ, 2008. – 142 с.
8. Дубовицкая Л.К., Положиева Ю.В., Семенова Е.А. Пурпурный церкоспороз сои на дальнем востоке // Адаптивные технологии в растениеводстве Амурской области. Сборник научных трудов. Благовещенск, 2013. – С. 33-41
9. Семнова Е.А. и др. Активность и электрофоретические спектры ферментов в листьях сои при поражении патогенами различных трофических групп // Российская сельскохозяйственная наука. – 2018. – №2. – С.6-10
10. Сангаев С.С. и др. Инактивация Гена Nkl у растений табака *Nicotiana tabacum* SRI вследствие РНК-интерференции // Генетика. – 2010. – № 46. – С. 131–134.

DOI: 10.33775/conf-2021-243-248

УДК 57.085.23

**ОПТИМИЗАЦИЯ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МЕТОДОВ И
ИХ ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ РИСА
(*ORYZA SATIVA* L.)**

Савенко Е. Г., Глазырина В. А., Шундрин Л. А.

*ФГБНУ «Федеральный научный центр риса», г. Краснодар
e-mail: avena5@rambler.ru*

Аннотация. Проведены исследования и разработан эффективный протокол, который улучшил инициацию каллусогенеза, развитие каллуса, а также регенерацию зеленых проростков риса *japonika* при минимизации альбинизма. С использованием экспериментальной гаплоидии (метод культуры пыльников) для практического применения созданы андрогенные линии от гибридов риса F₁ с генами, определяющими гетерозисный эффект, устойчивость к пирикулярриозу, холодостойкость.

Ключевые слова: андрогенез, гаплоидия, удвоенные гаплоиды риса

DOI: 10.33775/conf-2021-243-248

UDC 57.085.23

**OPTIMIZATION OF BIOTECHNOLOGICAL METHODS AND
THEIR PRACTICAL USE FOR RICE BREEDING (*ORYZA
SATIVA* L.)**

Savenko E.G., Glazyrina V.A., Shundrina L.A.

*Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Scientific Rice
Centre", Krasnodar*

Abstract. Research has been carried out and an effective protocol has been developed that improved the initiation of callusogenesis, the development of callus, and the regeneration of green sprouts of japonika rice while minimizing albinism. Using experimental haploidy (anther culture method), androgenic lines from F₁ rice hybrids with genes that determine the heterotic effect, blast resistance, and cold resistance were developed for practical use.

Keywords: androgenesis, haploidy, doubled rice haploids

Создание улучшенных и принципиально новых генотипов сельскохозяйственных растений, обладающих единичной, групповой или комплексной устойчивостью к заболеваниям, биотическим и абиотическим стрессовым факторам среды, при сохранении и повышении их продуктивности и качества является важным направлением в современной селекции. Сочетание классической селекции с гаметными технологиями позволяет решить поставленные задачи в более короткие сроки, повысить эффективность селекционного процесса, получить в массовом количестве генетически стабильные линии с хозяйственно ценными признаками [5]. Использование метода культуры пыльников (КП) приводит к значительному прогрессу, особенно в селекционных программах риса *Oryza sativa* L. Метод КП наиболее интенсивно применяется для этой зерновой культуры, т.к. способствует сокращению времени, необходимого для улучшения существующих, и производству новых сортов (Herath and Bandara, 2011). Гомозиготные ДН растения имеют многочисленные преимущества: разнообразие и гомогенность создаваемых линий; высокую эффективность отбора целевых генотипов, т.к. действие рецессивных генов проявляется наряду с доминантными, поэтому в их популяциях отмечается широкий размах варьирования по признакам, контролируемым рецессивными генами и генами, определяющими продуктивность, устойчивость к болезням, биотическим и абиотическим факторам. Таким образом, удвоенные гаплоиды представляют огромный интерес для практических целей и используются в селекционных программах для получения чистых линий и новых высоко адаптивных и продуктивных сортов [1, 2, 3]. Эффективность андрогенеза зависит от ряда взаимосвязанных факторов (генетических, физиологических, условий выращивания растений-доноров, минерального и гормонального состава питательной среды, режима культивирования эксплантов), каждый из которых оказывает свое влияние на морфогенетические процессы при культивировании изолированных пыльников/микроспор *in vitro*. Также регенерация растений риса с помощью культуры пыльников сопряжена с рядом таких трудностей как ранний некроз пыльников, каллусов и высокая частота альбинизма [7, 8].

Целью исследования являлась оптимизация методической схемы получения удвоенных гаплоидов риса (*Oryza sativa* L.) и уско-

ренное создание в массовом количестве ценного селекционного материала с заданными свойствами (холодоустойчивость, устойчивость к пирикуляриозу, гетерозис). В наших исследованиях изучено множество факторов для разработки эффективного протокола регенерации в культуре пыльников *in vitro* риса подвита *japonika*. Установлено, что к моменту изоляции пыльников микроспоры в них должны находиться на оптимальной для перехода к эмбриогенезу фазе развития - одноядерной/ранней двудерной стадии. Успех в культивировании объектов зависит от правильного выбора питательной среды и тщательности её приготовления. Инициацию каллуса пыльниковых культур оценивали с использованием различных сред [Блейдса (Blaydes, 1966), N₆, Гамборга (B₅), Уайта], дополненных 2,4-дихлорфеноксиуксусной кислотой (2,4-D) в сочетании с α -нафталинуксусной кислотой (NAA), кинетином (Kin) или 6-бензиламинопурином (BAP) [4]. Установлено, что состав питательной среды Блейдса для культивирования пыльников риса наиболее соответствует типу питания этой культуры. Исследования показали, что включение 2,0 мг/л 2,4-D в эту среду значительно повысило скорость и частоту индукции каллуса до 20,3%, а у отдельных генотипов и выше. Активация процессов морфогенеза и дальнейшее развития новообразований усилена применением 1,0 мг/л NAA (α -нафтилуксусная кислота) в сочетании с 5,0 мг/л кинетина на средах Линсмайера и Скуга (LS, 1965) и Мурасиге и Скуга (MS, 1962). Систематическое изучение органических потребностей в культуре пыльников риса в дополнение к минеральным показало, что компонентный состав среды MS, дополненный гормонами, лучше поддерживал неорганизованный каллусный рост и вызывал индукцию морфогенеза, что приводило к формированию каллусов с высоким уровнем потенций к эмбрио/органогенезу. Образование корневой системы (до 90,83%) инициировали 1,0 мг/л IAA (β -индолилуксусная кислота) на твердых агаризированных средах или в растворе Йошида. Самая высокая частота соматического эмбриогенеза клеток каллуса и/или органогенеза и частота регенерации (23,92%) с последующим образованием жизнеспособных зеленых проростков риса достигнута при культивировании каллусов на свету T=25 \pm 3 °C в течение 15 - 21 дней. Тем не менее, частота потемнения каллусных культур у отдельных генотипов со временем увеличивается и достигает высокого

уровня (100,00%) на 30 – 40 -й день. Наибольшее количество регенерантов-альбиносов было зарегистрировано для культур *in vitro* при понижении положительных температур до 12-18 °С на 14-й день. Анализ результатов показал, что интенсивность процессов каллусообразования и регенерации растений риса обусловлены не только минеральным и органическим составом питательных сред, природой и концентрацией фитогормона, но в значительной степени генетическими факторами. Так, например, среди изученных гибридов выделены образцы с невысокой степенью отзывчивости к культуре пыльников (С.31 – каллусообразование – 2,0%; С.259 «Визит» × «Османчик» – 3,1%; С.594 Л2Р2Р4 – 3,8% соответственно); со средней степенью отзывчивости (С.429 КП 27– 09 x КП 95-06 – 5,5%, С.18 М – 6,3%) и высокой степенью отзывчивости (Д.108 «Нап 9710» × «Изумруд» – 20,3%).

Отмечена связь морфологии каллусов с их способностью к регенерации растений. Морфогенными свойствами обладали каллусы с меристематическими очагами, светлых оттенков, мелкозернистые, средней плотности; глобулярные, белые или светло-жёлтые, средней плотности; плотные, белые, мелкозернистые [6]. Показатель регенерации зелёных растений варьировал от 0,7% до 23,92%. У большей части растений риса, полученных через культуру пыльников, происходит индуцированное дублирование хромосом (спонтанная диплоидизация). Для удваивания набора хромосом и создания фертильных растений из гаплоидных форм разработан метод зачаточных метёлочек. Таким образом, в ходе исследований разработан эффективный протокол, который улучшил развитие каллуса, а также регенерацию зелёных проростков риса *japonika* при минимизации альбинизма, который позволил в ФГБНУ «ФНЦ риса» с использованием экспериментальной гаплоидии (метод культуры пыльников) создать десятки тысяч андрогенных линий от гибридов риса F₁ с генами, определяющими гетерозисный эффект и устойчивость к пирикулярриозу, гибридов для создания холодостойких сортов.

В ходе реализации российско–китайского проекта разработана и прошла экспериментальную апробацию первая совместная технология ускоренной селекции риса на длительную устойчивость к пирикулярриозу на основе современных методов фенотипирования, ДНК-генотипирования и экспериментальной гаплоидии, в ходе ко-

торой для ускорения селекционной схемы получены генетически стабильные удвоенные гаплоиды на основе F_1 и BC_1 -растений от скрещивания российских и китайских сортообразцов с генами устойчивости к пирикуляриозу. Для проверки генетической однородности полученных удвоенных гаплоидов проведено генотипирование ДНК (микросателлитным) анализом.

На основании анализа популяций удвоенных гаплоидов у растений отмечается широкий размах варьирования по признакам (элементам продуктивности, вегетационному периоду до цветения и созревания, высоте растений, форме и положению метелки, длине, ширине, площади флаг-листа, углу его отхождения от стебля, форме куста, устойчивости к полеганию и заболеваниям).

Андрогенные линии с хорошими показателями, изученные селекционерами научного центра в условиях селекционного питомника, высевались для дальнейшей оценки и отборов в контрольном и конкурсном питомниках. В настоящее время селекционерами научного центра с участием удвоенных гаплоидов созданы, зарегистрированы в Государственном реестре селекционных достижений РФ и допущены к использованию по Северо-Кавказскому региону сорта риса Сонет, Соната, Привольный 4, Ивушка и Водопад. Эти сорта при возделывании в Краснодарской рисосеющей зоне стабильно показывают высокую урожайность, устойчивость к полеганию, осыпанию и пирикуляриозу, также имеют отличное качество крупы. В составе 10 отечественных три андрогенных сорта риса в период 2019-2020 гг. были высеяны для проведения комплексной оценки в полевых условиях Китая на территории селекционной станции Ляонинского института риса (остров Хайнань в южной провинции). В результате двухлетних исследований отмечена переменчивость биологических и морфологических признаков растений испытываемых генотипов в зависимости от агроклиматических условий. В условиях Китая российские сорта Привольный-4, Соната и Сонет проявили себя как ценный селекционный материал устойчивый к местной популяции фитопатогенного гриба на естественном инфекционном фоне.

Семена всех выделившихся на основе комплексной оценки ДН с заданными свойствами переданы для изучения и хранения в УНУ "Коллекция генетических ресурсов риса, овощных и бахчевых культур" ФНЦ риса и включены в регулярно пополняемую коллекцию

удвоенных гаплоидов. Они являются ценным исходным материалом для селекционных программ по созданию гетерозисных генотипов, холодостойких и устойчивых к пирикулярриозу форм риса.

Литература

1. Weyen, J. Barley and wheat doubled haploids in breeding / J. Weyen, A. Touraev, B.P. Foster, E.M. Jain / *Advanced in haploid production in higher plants*. - SpringerScience + BusinessMedia B.V., 2009. – P. 179-189.
2. Wedzony, M. Progress in doubled haploid technology in higher plants / M. Wedzony, B.P. Foster, I. Zur, E. Golemiac, M. Szechynska-Hebda, E. Dubas, G. Gotebiowska / *Advanced in haploid production in higher plants*. – SpringerScience + BusinessMedia B.V., 2009. – P. 1-35.
3. Germana, M.A. Anther culture for haploid and doubled haploid production // *Plant Cell Tiss Org Cult.*, 2011. – V. 104. – P. 283-300.
4. Гамбург, К.З. Ауксины в культурах тканей и клеток растений / К.З. Гамбург, Н.И. Рекославская, С.Г. Швецов / Новосибирск: Наука, 1990. - С. 243.
5. Дитченко, Т.И. Культура клеток, тканей и органов растений / Курс лекций. - Минск: БГУ, 2007. - 102 с.
6. Кучеренко, Л.А. Каллусогенез, выход и характеристика регенерирующих растений риса в культуре тканей в зависимости от гормонального состава индукционной среды / Доклад РАСХН, 1993. - № 4. - С. 3-6.
7. Митич, Н. Влияние условий выращивания донорных растений на культуру незрелых зародышей, выделенных из широко распространённых генотипов пшеницы / Н. Митич, Д. Додиг, Р. Николич и др. / Институт биологических исследований: сб. науч. тр. Белград, Сербия, 2009. - Т. 56. - № 4. - С. 596-602.
8. Pickering, R.A. Haploid production: approaches and use in plant breeding / R.A. Pickering, P. Devaux / In: *Barley: genetics, biochemistry, molecular biology and biotechnology*. - P.R. Shewry (ed.). Oxford, 1992. - P. 519-547.

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

DOI: 10.33775/conf-2021-249-253

УДК 504.43:504.4.062.2

ИЗМЕНЕНИЕ РЕЖИМА И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРЕСНЫХ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ЮЖНОГО ПРИАРАЛЬЯ

*Джуманазарова А.Т., Генжемуратов А.С., Жумамуратов Д.К.
Нукусский филиал Ташкентского государственного аграрного
университета, г. Нукус, Каракалпакстан. Узбекистан.
altingul64@mail.ru,*

Аннотация. В статье представлены результаты полевых и научных исследований по режиму и использованию подземных вод Южного Приаралья. В регионе запасы пресных подземных вод ограничены и наблюдается острая нехватка качественной питьевой воды. Искусственное восполнения запасов подземных вод при биологическом самоочищении воды от загрязнителей обеспечив потребности населения круглогодично в питьевой воде.

Ключевые слова: уровень подземных вод, грунтовые воды, пресные линзы, режимные наблюдения, магазинирование подземных вод, запасы подземных вод, ресурсы подземных вод, гидрогеологические исследования, геологическое строение, пресные воды, солоноватые воды, опреснение подземных вод, скважины, водозабор.

DOI: 10.33775/conf-2021-249-253

UDC 504.43:504.4.062.2

CHANGE OF REGIME AND USE OF FRESH GROUNDWATER OF THE SOUTH ARAL SEA REGION

*Dzhumanazarova A.T., Genzhemuratov A.S., Zhumamuratov D.K.
Nukus branch of the Tashkent State Agrarian University, Nukus,
Karakalpakstan. Uzbekistan. altingul64@mail.ru*

Abstract. The article presents the results of field and scientific research on the regime and use of groundwater in the Southern Aral Sea region. In the region, fresh groundwater resources are limited and there is an acute shortage of quality drinking water. Ar-

tificial replenishment of groundwater reserves with biological self-purification of water from pollutants, ensures the needs of the population year-round in drinking water.

Key words: groundwater level, groundwater, fresh lenses, routine observations, storage of groundwater, groundwater reserves, groundwater resources, hydrogeological research, geological structure, fresh water, brackish water, groundwater desalination, wells, water intake.

В Южном Приаралье запасы пресных подземных вод ограничены и наблюдается острая нехватка качественной питьевой воды. Единственным источником водоснабжения региона служат приканальные линзы грунтовых вод, приуроченные к песчаным отложениям вдоль р.Амударьи и оросительных каналов. Результаты полевых и научных исследований по режиму и использованию подземных вод Южного Приаралья показали, что на территории изучаемых месторождений (водозаборы) по изменению условий формирования эксплуатационного водоотбора и количественно-качественного состояния линзы в период паводка и вегетационных поливов, а за пределами и прилегающими к водозабору территориями проводились круглогодично.

В результате режимных наблюдений подземных вод на месторождении было:

- установлено время формирования запасов пресных вод в условиях магазинирования и опреснения (120 суток);
- уточнены гидрогеологические параметры месторождений;
- выявлены закономерности формирования потерь поверхностного стока конкретно в тех условиях, в которых осуществлялся опыт по магазинированию поверхностных вод;
- в естественных условиях и в процессе групповой откачки, определились несовершенство и степень заиленности водотоков на участке работ канала Арна и подпитывающих контуров;
- определен объем опресненной линзы методом разностей.

Для месторождений подземных вод приуроченных к линзам, где формирование эксплуатационных запасов осуществляется в основном за счет фильтрационных потерь из водотоков (естественных и искусственных), важными параметрами являются те, которые характеризуют условия взаимосвязи подземных и поверхностных вод. [1].

Уровни подземных вод устанавливались на глубине 1,5-2,0 м в летний период, 2,5-3,0 м в осенне-зимний период. Существование взаимосвязи подтверждается наличием в песчаниках подземных вод

с минерализацией до 1,0 г/л, что говорит о проникновении пресных подземных вод четвертичных отложений в горизонт верхнемеловых песчаников. Наблюдения за режимом подземных и поверхностных вод осуществлялись по всей наблюдательной сети, расположенных как на водозаборе с ИВЗПВ, так и действующих в естественных и нарушенных групповой откачкой условиях. Они заключались в замерах уровня, дебита, отборе проб воды из всех пробуренных скважин исследуемого участка, по каналу Арна, а также из инфильтрационных контуров. По результатам режимных работ определены отдельные статьи баланса подземных вод и уточнены гидрогеологические параметры приканальной линзы.

Влияние на гидрогеологические условия этих водоносных горизонтов и комплексов накладывает и инженерно-геологическая деятельность человека (поливы, дренаж, сброс избыточных ирригационных вод в местные понижения рельефа и т.д.), придающая специфические черты развитию современных гидрогеологических процессов в пределах всего Приаралья.

На действующих водозаборах изучаемой территории, возникла необходимость защиты эксплуатируемых горизонтов от истощения и загрязнения путем искусственного вмешательства, применив метод магазинирования и опреснения линз грунтовых вод.

Метод искусственного восполнения запасов подземных вод (ИВЗПВ) применяется на действующих водозаборах в случаях, когда пресные емкостные запасы водоносного горизонта в процессе эксплуатации истощены и не удовлетворяют заявленной потребности [2].

В аридных условиях – это единственный метод сохранения пресных водоносных горизонтов (линз), увеличения их емкостных запасов с расширением полезной площади, при естественном самоочищении воды от загрязнителей, и, тем самым, позволит обеспечить потребности населения круглогодично в питьевой воде. На основных действующих водозаборах, приуроченных к русловым и аллювиальным пескам, развитых вдоль р.Амударья, каналов Арна, Кегейли и Куванышджарма, применен метод искусственного восполнения и опреснения грунтовых вод и подсчитаны запасы. Вдоль магистральных каналов и древних русел протоков (Шортанбай, Саманбай) р.Амударья, пески содержат пресные и слабосоленоватые воды (с расходом потока 216 л/с), которые могут быть использованы на оро-

шение, для технических целей и, частично, для водоснабжения населенных пунктов. По данным Каракалпакской режимной станции, 20-30% оросительных вод идет на пополнение первого от поверхности водоносного горизонта (грунтовые воды), и обуславливает низкую минерализацию. Ежегодные фильтрационные потери с орошаемых площадей в среднем составляют 10 м^3 воды с 1 км^2 , а на остальные статьи баланса: инфильтрация атмосферных осадков 3-7% годовой суммы (при среднемноголетней величине атмосферных осадков равной 100 мм), приток из регионального потока около 1% из приходной статьи баланса. [3].

Таблица. Запасы подземных вод

Категория запасов	Количество, $\text{м}^3/\text{сут}$			Разведанность запасов	Метод расчета граничных условий
	паводок	межень	среднегодовой		
Водозабор Кегейли					
А	5184	855,4	-	Запасы установлены опытным путем	Совместное применение гидравлического и гидродинамических методов
В	2592	1710,7	-	Запасы установлены расчетным путем	
C_1	10368	1710,8	-		
$A+B+C_1$	18144	4276,8	-		

Фильтрационные потери поверхностных водотоков составляют 46-47 л/с на 1 м^2 его длины. Средняя мощность пресных приканальных линз 25-30 м, ширина от 1000 до 3000 м. В последние годы минерализация воды в р.Амударья, а, соответственно, и в каналах, на протяжении паводкового периода превышает 1,0 г/л. Вследствие этого меняется гидрохимическая обстановка в зоне влияния этих водотоков. В настоящее время на основе гидрогеологических исследований выяснены вли-

яния этих процессов на гидрогеологические условия территорий, прилегающей к р.Амударье и оросительным каналам, выявлены перспективные приканальные линзы пресных вод для применения метода магазинирования и опреснения подземных вод по централизованному водоснабжению населенных пунктов. Суммарная длина всех выявленных и детально разведанных участков линз пресных грунтовых и вод, пригодных для питьевого водоснабжения по республике Каракалпакстан, составляет около 30 км. С каждого километра длины линзы по аналогии разведанных запасов категории А+В+С₁, можно получить около 12 л/с пресной воды. Напорные, самоизливающиеся воды турон-нижнесенонского водоносного комплекса используются для водопоя скота. Но вследствие того, что многие скважины не оборудованы краевыми устройствами, часть этих вод теряется бесполезно, вызывая при этом заболачивание прилегающих понижений рельефа.

В заключении исследовании можно говорить, что учитывая постоянный рост минерализации и степень загрязнения поверхностных водотоков, наиболее перспективным источником водоснабжения следует считать искусственное магазинирование поверхностного стока в те периоды, когда поверхностные воды соответствуют требованиям ГОСТа, предъявленным к питьевой воде. В периоды же, когда вода в поверхностных водотоках имеет минерализацию более 1,0 г/л, искусственно сформированные линзы должны ограждаться от возможности подпитывания последней.

Литература:

1. Акрамов А.А. Искусственное формирование и пополнение запасов прирусловых линз пресных вод. ФАН: 1988, Ташкент. 195 с.
2. Алимов М.С. Опыт и методика оценки элементов баланса грунтовых вод в орошаемых территориях Узбекистана. Фан: Ташкент. 1983. 145 с.
3. Жапарханов С.Ж., Джаксымуратов К.М. Искусственное опреснение линз соленоватых подземных вод в Приаралье. Материалы конференции посвященной 60-летию юбилею кафедры гидрогеологии и инженерной геологии КазПТИ, А-А, 1992. С.133-134.

DOI: 10.33775/conf-2021-254-257

УДК 579.64:632.952

ИНОКУЛЯНТЫ В ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ СОИ

Зубарева К.Ю.

*Федеральный научный центр зернобобовых и крупяных культур,
Орел*

Аннотация. Инокуляция позволяет сформировать симбиотические отношения зернобобовых культур с ризобактериями, которые при благоприятных условиях способны фиксировать в достаточном количестве азот, доступный растениям севооборота текущего и последующего года выращивания. В статье приведены результаты исследований использования инокуляции при возделывании сои.

Ключевые слова: зернобобовые культуры, соя, Нитрофикс П, *Bradyrhizobium japonicum*, *Bradyrhizobium elkanii*

DOI: 10.33775/conf-2021-254-257

UDC 579.64:632.952

INOCULANTS IN SOYBEAN CULTIVATION TECHNOLOGY

Zubareva K.Yu.

Federal Scientific Center of Legumes and Groat Crops, Orel

Abstract. Inoculation makes it possible to form a symbiotic relationship of leguminous crops with rhizobacteria, which, under favorable conditions, are able to fix nitrogen in sufficient quantities available to the plants of the crop rotation of the current and next growing year. The article presents the results of studies on the use of inoculation in the soybean cultivation.

Key words: leguminous crops, soybean, Nitrofix P, *Bradyrhizobium japonicum*, *Bradyrhizobium elkanii*

При возделывании зернобобовых культур, в том числе сои, приемом, позволяющим искусственно произвести заражение (инокуляцию) семян микрокультурой азотфиксирующих бактерий, является предпосевная обработка микробиологическими препаратами [4]. Данный агроприем позволяет сформировать симбиотические отношения зернобобовых культур с ризобактериями, которые при благоприятных условиях способны фиксировать в достаточном количестве азот, доступный растениям севооборота текущего и последующего года выращивания [7].

На современном рынке инокулянты представлены достаточно широким спектром тремя разновидностями (торфяные сухие, жидкие и растворы с экстендер-стабилизатором).

Одним из популярных в настоящее время биологическим препаратом, используемым в технологии выращивания сои, является Нитрофикс П — сухой инокулянт на основе стерилизованного торфа, а также аргентинских штаммов ризобий *Bradyrhizobium japonicum* и *Bradyrhizobium elkanii*.

Цель работы заключалась в исследовании качества препарата Нитрофикс П в соответствии с заявленными характеристиками производителя.

Выделение культуры клубеньковых бактерий из препарата проводили в лабораторных условиях с использованием агаризованной соевой среды со следующим составом, г/л: K_2HPO_4 — 0,5, KH_2PO_4 — 0,5, $MgSO_4$ — 0,1, $CaSO_4$ — 0,1, $NaCl$ — 0,2, следы $Mo_7O_{24} \times 4H_2O$, глюкоза — 20, мука из 3-х суточных проросших семян сои сорта Зуша — 10, агар — 20 [1]. Изучаемый препарат (при разбавлении дистиллированной водой 1:6) в количестве 30 мкл наносили на питательную среду шпателем Дригальского для обеспечения равномерного засева без повреждения ложа. Засеянные чашки Петри инкубировали при постоянной температуре в 27° С в течение 10 суток. С целью выявления сроков появления колоний ризобий чашки Петри просматривали ежедневно.

Выделение чистой культуры из данного инокулянта при посеве на агаризованную питательную среду с глюкозой на основе отвара соевой муки из 3-хсуточных проросших семян сои показало появление колоний ризобактерий на 6-ые сутки, что идентифицирует их как медленно растущие штаммы *Bradyrhizobium*. В последующие дни инкубирования фиксировался их обильный рост. Однако визуальный осмотр (рис. 1) и микроскопирование выращенной микрокультуры доказывает присутствие в исследуемом препарате не только двух видов ризобий, но и наличие, в том числе, мицелий грибов (рис. 2).

Таким образом, наши исследования показали, что в микробиологическом препарате Нитрофикс П помимо заявленных двух видов ризобактерий присутствуют гифы грибного мицелия, формирующие разветвленную сеть тонких нитей, этиологию их мы не определили,

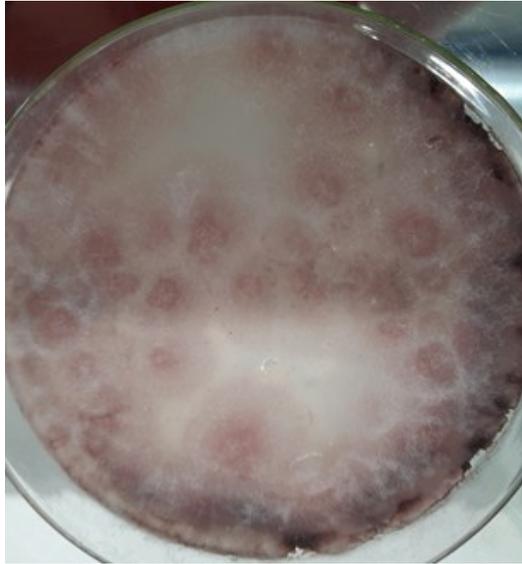


Рисунок 1. Десятисуточные микрокультуры инокулянта Нитрофикс II

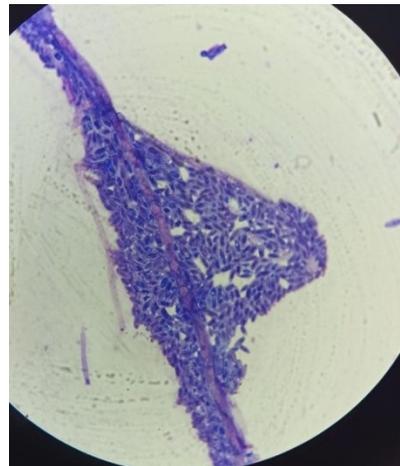
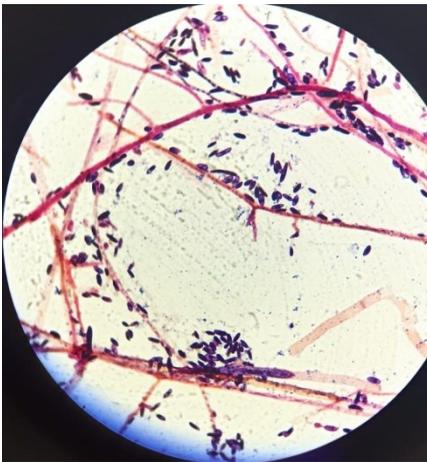


Рисунок 2. Микрокультуры инокулянта Нитрофикс II при микроскопировании (слева – окраска по Грамму, справа – окрашивание раствором красителя Азур-эозин по Романовскому)

но которые должны отсутствовать, так как производитель декларирует использование в основе гамма-стерилизованного торфа. Поражение семян различными возбудителями вредных микроорганизмов может повлечь за собой существенное снижение урожайности и ухудшение товарных качеств семян [5].

Поэтому мы рекомендуем использовать инокулянт Нитрофикс П совместно с перспективными фунгицидными протравителями, которые активны против патогенной микрофлоры.

В настоящее время производители семян зернобобовых культур и научное сообщество предусматривает применение методов контроля вредных организмов в виде химического протравливания совместно с инокуляцией на этапе предпосевной обработки [2, 3, 6]. Однако, прогресс создания новых химических и микробиологических препаратов, требует изучения вопросов в области комплексного применения современных фунгицидов и инокулянтов.

Наши дальнейшие исследования будут направлены на установление совместимости микробиологического препарата Нитрофикс П с современными фунгицидными протравителями, предназначенными для предпосевной обработки семян сои.

Литература

1. Бетун С.А., Тильба В.А. Способы, приемы изучения и отбора эффективных штаммов клубеньковых бактерий сои / Методы аналитической селекции. - Благовещенск: изд-во «Зея», 2005. 70 с.
2. Борзенкова Г.А. Оптимизация технологии предпосевного протравливания и возможность его сочетания с инокуляцией для защиты сои от семенной инфекции // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2014. - № 1(9). – С. 22-30.
3. Борзенкова Г.А., Васильчиков А.Г. Применение эффективных протравителей и инокулянтов в технологии возделывания различных сортов сои // Земледелие. - 2014. - №4.- С. 37-39.
4. Коць С., Маменко П. Инокуляция и инкрустация семян сои: обзор технологии применения и рынка препаратов // Спецвыпуск ж. «Пропозиция». - 2015. – С. 24-28.
5. Пивень В.Т., Бушнева Н.А., Дряхлова А.И., Саенко Г.М. Защита посевов сои от болезней, вредителей и сорняков // Земледелие. – 2010. - № 3. – С. 30-33.
6. Саенко Г.М., Бушнева Н.А. Совместимость фунгицидных протравителей сои с инокулянтами // Масличные культуры. – 2018. - № 3(175). – С. 124-127.
7. Тильба В.А., Синеговская В.Т. Роль симбиотической азотфиксации в повышении фотосинтетической продуктивности сои // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. - 2012. - № 5. - С. 16-18.

DOI: 10.33775/conf-2021-258-260

УДК 633.18:681.518

МОНИТОРИНГ РИСОВОЙ ОРОСИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ

¹Скаженник М.А., ¹Чижигов В.Н., ²Шеченко А.В., ²Воробьев Ю. Д.,
¹Пиеницына Т.С.

¹ФГБНУ «ФНЦ риса», Краснодар

²Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, Москва
sma_49@mail.ru

Аннотация. Представлены результаты использования беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) для мониторинга состояния рисовой оросительной системы. Удаленный мониторинг с помощью БПЛА позволяет оперативно получать информацию о состоянии посевов риса и реализовать технологии точного земледелия.

Ключевые слова: рис, геоинформационный мониторинг, вегетационный индекс, беспилотный летательный аппарат, спутник, урожайность

DOI: 10.33775/conf-2021-258-260

UDC 633.18: 681.518

RICE BASED IRRIGATION SYSTEM MONITORING REMOTE SENSING

¹Skazhennik M.A., ¹Chizhikov V.N., ²Shechenko A.V., ²Vorobyev Y.D.,
¹Pshenitsyna T.S.

¹FSBSI "Federal Scientific Center of Rice", Krasnodar city

²Institute for Management Problems. V.A. Trapeznikov RAS, Moscow

Summary. The results of the use of unmanned aerial vehicles (UAV) for monitoring the state of the rice irrigation system are presented. Remote monitoring using UAV allows you to quickly receive information about the state of rice crops and implement precision farming technologies.

Key words: rice, geoinformation monitoring, vegetation index, unmanned aerial vehicle, satellite, productivity

Для эффективного использования и управления огромными территориями земель сельскохозяйственного назначения в России

следует исходить из принципов точного земледелия, опираясь на научные исследования и достижения технического прогресса. Такой подход не только способен снизить трудовые и временные затраты аграриев, повысить урожайность культур, но также способствовать повышению качества производимой продукции при снижении экологической нагрузки на окружающую среду [1].

Применение беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) в сельскохозяйственном производстве – один из актуальных и эффективных элементов в технологии точного земледелия [3]. На основе материалов аэрофотосъемок посредством БПЛА с использованием геоинформационных программ можно создавать цифровые модели рельефа (ЦМР), векторные и растровые карты полей; рассчитывать площади контуров; вести мониторинг состояния почвенного и растительного покрова; определять вегетационные индексы и прогнозировать развитие биомассы растений; проводить инвентаризацию сельхозугодий и др. [2,3,5]. БПЛА успешно применяют при борьбе с сорной растительностью и защите растений от болезней и вредителей [4, 6].

В работе рассматриваются возможности применения БПЛА для мониторинга в конкретной области растениеводства – рисоводстве. По прогнозам аналитиков, в долгосрочном плане ожидается повышение спроса на рисовую крупу, причем насыщение рынка обеспечивается за счет отечественного производства.

Внедрение технологий точного земледелия с использованием высокотехнологичного оборудования позволит повысить урожайность риса, оптимизировать затраты и улучшить экологическую обстановку. Использование цифровых технологий в сельском хозяйстве особенно актуально в условиях роста цен на семена, удобрения и топливо, так как позволяет оптимизировать затраты, за счет снижения непроизводительных потерь и повысить рентабельность производства. Применение беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) является универсальным и эффективным инструментом для мониторинга состояния посевов сельскохозяйственных культур по сравнению с информацией, получаемой со спутников. Их применение позволяет в режиме реального времени отслеживать наиболее важные показатели состояния посевов, что даёт возможность сельхозпроизводителям принимать своевременные решения в процессе управления производством. В работе применяли БПЛА для определения границ чеков на рисовой оро-

сительной системе, рельефа местности, микрорельефа чеков, влажности поверхностного слоя почвы и состояния посевов риса. Исследования проводили на тестовом полигоне ФГБНУ «ФНЦ риса» общей площадью 27 га. Съёмку проводили в видимом и ИК диапазоне с использованием фотокамер Sony RX1 и MicaSense RedEdge-MX. Помимо данных полученных с БПЛА дополнительно использовали спутниковые снимки (Sentinel-2A), охватывающие весь анализируемый период. Для оценки состояния посевов риса использовали нормализованный относительный вегетационный индекс (NDVI). На основании пространственного распределения индекса NDVI и карт урожайности, полученных из цифровой системы CLAAS TELEMATICS с комбайна TUCANO 580, проведен статистический анализ опытных полей. По данным дистанционного зондирования тестовых участков предложен способ выявления и оценки пространственной неоднородности поверхности чеков и состояния биомассы растений с использованием геоинформационного программного обеспечения «Нева».

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ 19-416-230021.

Литература

1. Скубиев, С.И. Опыт применения БПЛА для мониторинга состояния посевов риса в Краснодарском крае / С.И. Скубиев, Д.А. Шаповалов, П.А. Лепехин // Рисоводство. – 2018. – № 4(41). – С. 51-55.
2. Шеуджен, А.Х. Агрохимический сервис: учебное пособие / А.Х. Шеуджен, Т.Н. Бондарева. – Краснодар: КубГАУ, 2019. – 21 с.
3. Barbedo, J.G.A. A Review on the Use of Unmanned Aerial Vehicles and Imaging Sensors for Monitoring and Assessing Plant Stresses / J.G.A. Barbedo // Drones. – 2019. – №3 (40). DOI:10.3390/drones3020040
4. Drones used in rice farming in central Vietnam // <https://vietnamnet.vn/en/sci-tech-environment/drones-now-used-by-vietnam-s-rice-farmers-595666.html>.
5. González-Betancourt, M. Normalized difference vegetation index for rice management in El Espinal, Colombia / M. González-Betancourt, Z.L. Mayorga-Ruiz. // DYNA. – 2018. – Vol. 85. – P. – 47-56. [Электронный ресурс] https://www.researchgate.net/publication/325406776_Normalized_difference_vegetation_index_for_rice_management_in_El_Espinal_Colombia (дата обращения 05.12.2019)
6. Seo, Y. Evaluating Farm Management Performance by the Choice of Pest-Control Sprayers in Rice Farming in Japan / Yuna Seo, Shotaro Umeda // Sustainability. – 2021. – №13(5) 2618; <https://doi.org/10.3390/su13052618>

DOI: 10.33775/conf-2021-261-263

УДК 633.1.18.

ИНТЕНСИВНОЕ ВЫРАЩИВАНИЕ (*ORYZA SATIVA*) РИСА В КАРАКАЛПАКСТАНЕ

Каримбаев К.С., Шамуратова Н.Г.

*Нукусский филиал Ташкентского государственного аграрного
университета, Нукус*

Аннотация. Влажный и жаркий климат стран Средней Азии наиболее благоприятен для выращивания риса, а урожайность составляет 2-3 раза в год. Центральная Азия крупнейший производитель риса в мире. Интенсивное выращивание риса сегодня является одним из наиболее важных и эффективных вопросов в развитии сельского хозяйства.

Ключевые слова: рис, посевно-климатические условия, устойчивость сорта, интенсивное выращивание, *Oryza sativa*.

DOI: 10.33775/conf-2021-261-263

UDC 633.1.18.

INTENSIVE RICE CULTIVATION (*ORYZA SATIVA*) IN KARAKALPAKSTAN

Karimbaev K.S., Shamuratova N.G.

Nukus branch of Tashkent State Agrarian University, Nukus

Abstract. The humid and hot climate of the countries of Central Asia is most favorable for growing rice, and the yield is 2-3 times a year. Central Asia is the largest rice producer in the world. Intensive rice cultivation today is one of the most important and effective issues in the development of agriculture.

Key words: rice, soil and climatic conditions, variety resistance, intensive cultivation, *Oryza sativa*.

Выращивание рыбы с рисом на рисовых стеблях сегодня является одним из наиболее важных и эффективных вопросов в развитии сельского хозяйства в мире [1].

Основная часть населения мира употребляет рис, в частности, в Узбекистане тоже большая потребность к этому продукту. Поэтому

для этой страны очень важно выращивать рис эффективными методами [www.google.com]

Указом Президента Республики Узбекистан Ш.М.Мирзиёева от 7 февраля 2017 года ПП-4947 «Развитие инфраструктуры для хранения, транспортировки, реализации сельхозпродукции, агрохимических, экономических и других современных рыночных услуг» уделяется большое внимание рисоводству [6].

При посадке риса в золу в порядке севооборота почву проталкивают на глубину 18-20 см и погружают на 10-12 см воды и разравнивают кельмой, затем уровень воды снижают на 5-7 см подготовленные саженцы высаживают по 2-4 раза [3].



Процесс посадки риса представителями Нукусского филиала Ташкентского государственного аграрного университета совместно с профессором Вьетнамского аграрного университета.

Наши почвенно-климатические условия научно обоснованы высокой урожайностью саженцев, посаженных методом 15x10 см. Сорт Авангард выращивается в питомнике как основная культура для всех регионов республики, за исключением сорта Нукус-2 в республике Каракалпакстан. Семена высевают в первый день мая, рассаду высевают со второго дня июня в основную почву. По этой технологии можно получить до 300-500 кг зерна риса, посадив рис на землях и сорта, которые не используются в поле и в домашних условиях. [5].

В условиях Нукусского и Кегейлинского районов и в близком климате определены основные сроки посева двух видов «Лазерных» и «Аланга» сортов риса, изучена устойчивость сорта к созреванию и прорастанию зерна. [2].

Использованная литература

1. Атабаева Х., Осербаева Т. «Растениеводство» учебник по предмету– Наука и технология. Ташкент-2018 г. 118-126 с.
2. Ауезов О., Бекниязов О., Осербаева Т. «Технология и механизация производства риса». – Нукус.-1995 г. 10-11 с.
3. Муминова З. «Растениеводство» Текст лекции. – Самарканд-2014 г. 10-11 с.
4. Орипов Р.О., Халилов Н.Х. «Растениеводство» методическое пособие – Издательство Национального общества философов Узбекистана. Ташкент-2007г. 51-52 с.
5. Саимназаров Ю.Б., Уразметов К.К., Кашкабоева Ч.Т., Каландаров Б.И. «Каталог сортов риса» -Тошкент-2018 г. 6-7 с.
6. www.lex.uz
7. www.google.com

DOI: 10.33775/conf-2021-264-267

УДК 633.18: 631.674.6

**ВОЗДЕЛЫВАНИЕ РАЗНЫХ ПО СПЕЛОСТИ СОРТОВ РИСА
ПО ИННОВАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ ПОЛИВЕ
ДОЖДЕВАНИЕМ**

Кружилин И.П., Ганиев М.А., Новиков А.Е., Новиков А.А., Родин К.А.

*Всероссийский научно-исследовательский институт
орошаемого земледелия*

Аннотация. В статье представлены результаты исследования водосберегающей технологии орошения риса дождеванием.

Ключевые слова: инновационные технологии, дождевание, урожайность риса, Атлант, Кураж, Сонет, Новатор.

DOI: 10.33775/conf-2021-264-267

UDC 633.18: 631.674.6

**CULTIVATION OF RICE VARIETIES DIFFERING BY
RIPENING USING INNOVATIVE TECHNOLOGY WITH
SPRINKLER IRRIGATION**

Kruzhilin I.P., Ganiev M.A., Novikov A.E., Novikov A.A. Rodin K.A.

All-Russian Research Institute of Irrigated Agriculture

Abstract. The article presents the results of the study of water-saving technology of rice irrigation by sprinkling.

Key words: innovative technologies, sprinkling, rice yield, Atlant, Kurazh, Sonet, Novator.

В трудах ряда учёных указывается, что предки и ближайшие родичи культурного риса произрастали в неглубоких периодически высыхающих водоёмах [1-3]. При этом отмечалось, что семена риса в не переувлажненной почве прорастают быстрее и дружнее по сравнению с затоплением, а на корнях растений образуется хорошо разветвлённая система боковых корешков с корневыми волосками. Такая корневая система способствует более полному использованию растениями влаги находящейся в почве и элементов минерального питания, а её высокая аэрация активизирует дыхание корней. Всё это свиде-

тельствует о том, что возделывание риса на затопленной почве определяется не столько физиологической потребностью, сколько адаптацией этой культуры благодаря наличию воздухопроводящей ткани к данной технологии орошения, которая характеризуется большим расходом оросительной воды от 12 до 25 тыс. м³/га [5, 7, 10, 11]. В связи с этим возникла необходимость удовлетворения потребности риса в воде, как основного и незаменимого ростового фактора, посредством проведения периодических поливов. Урожайность риса по данной технологии орошения на посевах сорта Волгоградский селекции ФГБНУ ВНИИОЗ при оросительных нормах от 4 тыс. до 6 тыс. м³ на 1 гектар достигала 6,0 и более тонн зерна с 1 га [5, 7, 10, 11].

Изучение водосберегающей технологии орошения риса дождеванием проводилось на опытном участке ФГБНУ ВНИИОЗ. Погодные условия в целом соответствовали среднесезонным показателям климата Волгоградской области.

Схема опыта представляла собой пять вариантов, на которых высевались пять сортов риса, два из которых, Атлант и Кураж, относятся к среднеспелым, и три раннеспелых - Сонет, Новатор (все селекции ФГБНУ ВНИИ риса) и Волгоградский (селекции ФГБНУ ВНИИОЗ) – контроль (*st*). Опыт закладывался при одноярусном систематическом расположении сортов. Повторность – трехкратная. Учётная площадь делянки – 25 м². Исследования сопровождались наблюдениями, учетами и измерениями, выполненными по общепринятым методикам [4, 6, 8, 9]. Влажность в слое почвы 0,6 м в течение вегетации риса поддерживалась не ниже 80% НВ. Посевная норма семян на всех сортах была одинаковой и составляла 5 млн. всхожих зёрен на 1 га, при глубине заделки – 0,06 м.

При проведении исследований установлено, что для завершения жизненного цикла рису сорта Волгоградский (*st*) потребовался минимальный период, который в среднем за годам исследований составил 116 суток с суммой средних суточных температур воздуха 2489,3⁰С. Жизненный цикл сортов Новатор и Сонет увеличился до 119 и 120 суток с суммой средних суточных температур воздуха 2551,3 и 2571,3⁰С соответственно. Период вегетации среднеспелых сортов Атлант и Кураж был самым длинным и составил соответственно 127 и 125 суток с суммой средних суточных температур воздуха 2716,3 и 2666,3⁰С.

Максимальная среднеголетняя урожайность в опыте была получена у среднеспелого сорта Атлант - 6,66 т/га (табл.). Продуктивность среднеспелого сорта Кураж составила 3,80 т/га или была ниже на 2,86 т/га, чем у лучшего сорта Атлант. В группе раннеспелых сортов риса максимальную урожайность зерна сформировал сорт Волгоградский - 5,50 т/га. На посевах раннеспелых сортов Сонет и Новатор урожайность была ниже и составила 4,00 и 3,60 т/га соответственно.

Таблица. Урожайность сортов риса

Урожайность зерна, т/га	Сорт				
	раннеспелые сорта			среднеспелые сорта	
	Волгоградский (<i>st</i>)	Сонет	Новатор	Атлант	Кураж
Средняя по годам	5,50	4,00	3,60	6,66	3,80

НСР₀₅: 0,37–0,39

Водопотребление у изучаемых сортов риса при дождевании в среднем за годы проведённых опытов находились в интервале от 5746 до 6356 м³/га. Максимальное количество воды потреблял сорт Атлант, относящийся к среднеспелой группе – 6356 м³/га, а минимальное потребление отмечалось у сорта Волгоградский (*st*), относящегося к раннеспелой группе – 5746 м³/га.

Значительную роль в структуре суммарного водопотребления риса при поливе дождеванием играла оросительная норма. Количество поданной воды на посевах разных сортов находилась в интервале от 4000 до 4500 м³/га. Наибольшее её значение отмечено на посевах сортов Атлант и Кураж – 4500 м³/га, а минимальное у сорта Волгоградский (*st*) – 4000 м³/га.

Наибольшее значение почвенной влаги от суммарного водопотребления, было получено в посевах сорта Новатор – 202 м³/га, а наименьшее – у сортов Атлант и Кураж – 54 и 59 м³/га соответственно. Доля осадков была равной у всех сортов и составляла примерно четвертую часть водопотребления.

Экономические расчеты показали, что возделывание риса на зерно при поливе дождеванием экономически выгодно рентабельность производства составила 52,3–169,2%. При этом, максимальные показатели экономической эффективности были у раннеспелого сорта Волгоградский. При выращивании более урожайного среднеспелого

лого сорта Атлант в связи с увеличением оросительной нормы дополнительные затраты не перекрываются прибавкой урожайности зерна при существующих ценах на продукцию.

Литература

1. Витте, П.А. Материалы к вопросу рисосеяния на Северном Кавказе / П.А. Витте. – Новочеркасск, 1930. – 101 с.
2. Грист, Д. Рис /Д. Грист. –М.: Изд-во Иностранной литературы.- 1959.- 390 с.
3. Гушин, Г.Г. Рис / Г.Г. Гушин.- М.: Сельхозгиз.- 1938. – 832 с.
4. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – 5-е изд., доп. и перераб / Б.А. Доспехов. - М.: Агропромиздат.- 1985. – 351 с.
5. Капельный полив риса на светло-каштановых почвах Приволжской возвышенности / И.П. Кружилин, Н.Н. Дубенок, М.А. Ганиев и др // Научно-теоретический журнал: Российская сельскохозяйственная наука. - 2018. - № 6. – С. 42 - 45. DOI: 10.31857/S250026270001839-7
6. Костяков, А.Н. Основы мелиорации / А.Н. Костяков.- М.: Сельхозгиз.- 1960. – 621 с.
7. Менее водозатратная и экологически предпочтительная технология орошения риса периодическими поливами / И.П. Кружилин, М.А. Ганиев, Н.В. Кузнецова и др //Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование, Волгоградский ГАУ.- Волгоград. -№ 2 (54).- 2019.- -С. 49-55. DOI: 10.32786/2071-9485-2019-02-4.
8. Методические рекомендации ВАСХНИЛ по постановке опытов и проведению исследований по программированию урожая полевых культур. – М.: Колос.- 1978. – 64 с.
9. Плешаков В.Н. Методика полевого опыта в условиях орошения / В.Н. Плешаков.- Волгоград: Рекомендации ВНИИОЗ.- 1983. – 149 с.
10. Продуктивность суходольного риса при капельном орошении /Дубенок Н.Н., Кружилин И.П., Абду Н.М. и др // Научно-теоретический журнал: Известия ТСХА. -М.-2015. -№6. –С. 91-101.
11. Rodin K. A., Fomin S.D. Mode of rice drip irrigation / I. P. Kruzhilin, Doubenok N.N., Ganiev M. A. and others// Journal of Engineering and Applied Sciences (ARPN).-2017.- Vol. 12 (24).-P. 7118 – 7123.

DOI: 10.33775/conf-2021-268-275

УДК 633.14:631.86

**ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЙ И БИОПРЕПАРАТОВ
НА НЕКОТОРЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ РОСТА И РАЗВИТИЯ
КОРМОВОЙ ОЗИМОЙ РЖИ**

*Волкова Е.С., Шайкова Т.В., Дятлова М.В., Степанова Е.В.,
Степанова И.А.*

*«Федеральный научный центр лубяных культур» ОП Псковский
НИИСХ, Псков*

Аннотация. Озимая рожь относится к числу высокопродуктивных культур. Достаточный уровень агротехники и сбалансированное питание способствуют получению высоких урожаев зерна. В статье представлены результаты влияния удобрений и биопрепаратов на развитие кормовой озимой ржи.

Ключевые слова: озимая рожь, удобрения, биопрепараты, морфологический анализ, период вегетации, минеральные удобрения.

DOI: 10.33775/conf-2021-268-275

UDC 633.14:631.86

**INFLUENCE OF FERTILIZERS AND BIOLOGICAL
PREPARATIONS ON SOME INDICATORS OF GROWTH AND
DEVELOPMENT OF FODDER WINTER RYE**

*Volkova E.S., Shaikova T.V., Dyatlova M.V., Stepanova E.V., Stepanova I.A.
"Federal Scientific Center for Bast Crops" Separate Subdivision of Pskov
Research Institute of Agriculture*

Abstract. Winter rye is an important grain crop in the northern territories of Russia. This crop is one of the highly productive ones. A sufficient level of agricultural technology and balanced nutrition contribute to obtaining high grain yields. The article presents the results of the influence of fertilizers and biological preparations on the development of fodder winter rye.

Key words: winter rye, fertilizers, biological preparations, morphological analysis, vegetation period, mineral fertilizers.

Озимая рожь – важная зерновая культура северных территорий России. Озимая рожь отличается повышенной зимостойкостью, засухоустойчивостью, устойчива к повышенному содержанию обменного алюминия на кислых почвах, способна формировать стабильный урожай в неблагоприятные по метеоусловиям годы, что длительное время обеспечивало успешное ее выращивание [9]. Данная культура относится к числу высокопродуктивных культур. Достаточный уровень агротехники и сбалансированное питание способствуют получению высоких урожаев зерна. На дерново-подзолистых почвах, характеризующихся низким уровнем содержания основных элементов питания и микроэлементов, необходимо научно обоснованное внесение удобрений, с учетом выноса элементов питания и содержания их в почве [2, 7].

В настоящее время на основе биологически активных веществ (аминокислот, гуминовых соединений) разработаны новые инновационные виды удобрений, применяемые в качестве листовых подкормок растений. Они содержат небольшие количества макро- и микроэлементов. Биоактивные соединения повышают эффективность минеральных удобрений, способствуют активизации синтеза белков, углеводов и витаминов в растениях. Имеются сведения о положительном влиянии на урожай гуминовых удобрений, содержащих микроэлементы [5, 11, 10].

В нашей работе объектами исследований являются растения кормовой озимой ржи, новые биоминеральные удобрения для листовых подкормок и модификатор минеральных удобрений – микробиологический препарат Бисолбифит [1, 3, 8, 6, 4].

В настоящей статье представлены результаты сопутствующих исследований и наблюдений с целью установить влияние применяемых удобрений на рост и развитие кормовой озимой ржи.

Методика исследований. Исследования проведены в 2019-2020 гг. в лаборатории агротехнологий ФНЦ ЛК ОП Псковский НИИСХ. Схема опыта включала следующие варианты: 1. 0 – без удобрений; 2. $N_{20}P_{40}K_{70}$; 3. $N_{40}P_{40}K_{70}$; 4. $N_{20}P_{40}K_{70} + N_{20}$ – фон; 5. $N_{20}P_{40}K_{70} + N_{40}$; 6. $N_{20}P_{40}K_{70} + N_{40} + N_{20}$; 7. $N_{20}P_{40}K_{70} + N_{20} +$ «Агрофлорин», «Ауксинолен»; 8. $N_{20}P_{40}K_{70} + N_{20} +$ «Кодамин В-Мо»; 9. $N_{20}P_{40}K_{70} + N_{20} +$ «К-гумат-На»; 10. $N_{20}P_{40}K_{70} +$ «Бисолбифит» + N_{20} . Опыт заложен в 4-х

кратной повторности. Учетная площадь делянки – 30 м², повторность 4-х кратная. Предшественники: 1. Чистый пар; 2. Клеверное поле.

Почва опыта дерново-подзолистая, с агрохимическими показателями: рН_{KCl} 5,4/6,0, содержание по Кирсанову Р₂O₅ – 250,3/341,5 мг/кг, К₂O – 93,2/145,0 мг/кг (по чистому пару/по клеверу).

Минеральные удобрения внесены под предпосевную культивацию в виде азофоски и калия хлористого. «Бисолбифит» из расчета 4 кг/т удобрений, в качестве модификатора, вносили совместно с минеральными удобрениями перед посевом. Подкормки аммиачной селитрой и внекорневая обработка растений биопрепаратами проведены в фазу кущения и в фазу выхода в трубку. Норма расхода препаратов: «К-Гумат-Na» - 15 мл/100 м²; «Кодамин В-Мо» - 2 л/га; «Агрофлорин» и «Ауксинолен» - 15 мл/100 м².

Результаты и их обсуждение. В период 2019-2020 гг. наблюдалась аномально теплая зима. Среднесуточная температура воздуха опустилась ниже 5⁰С в конце октября. В ноябре-декабре она имела положительные значения. В отдельные ночи наблюдались заморозки до -5⁰С. Весь январь температура воздуха не опускалась ниже 0⁰С. В феврале в отдельные сутки отмечено понижение температуры до – 5–8⁰С. Снежные покров отсутствовал практически всю зиму. Климатическая зима установилась в конце февраля на неделю. В марте снежный покров отсутствовал, температура воздуха понижалась до -8⁰С. В апреле температура воздуха днем держалась на уровне 4-7⁰С, ночью наблюдались небольшие заморозки до -2 С. Среднесуточные температуры воздуха перешли отметку выше 10 С к концу мая.

Фенологические наблюдения показали, что всходы появились на 12-14 сутки после посева. Кущение растений осенью происходило медленно. Растения раскустились только к первой декаде декабря. Начало весенней вегетации отмечено к началу апреля, выход в трубку - к 16 мая. Флаговый лист вышел на отдельных растениях к 25 мая. Колошение наступило к 1 июня. Полное цветение отмечено 17 июня, начало молочной спелости – 27 июня. Восковая спелость наступила к 20 июля.

После всходов, осенью, и перед уборкой был произведен подсчет растений на учетных площадках (табл. 1). Подсчет растений осенью по всходам показал, что количество всходов из 400 высевных составило 285-331 шт. по чистому пару и 272-352 шт. по клеверу. Полевая всхожесть находилась на уровне 71-85 и 68-88 % соот-

ветственно. К моменту уборки на 1 кв метре по предшественнику чистый пар осталось 202-278 растений, по клеверу – 188-290 растений, а выживаемость составила, в среднем, 61%.

Таблица 1. Густота стеблестоя, полевая всхожесть и выживаемость растений кормовой озимой ржи.

Варианты опыта	Количество растений на 1 м ² , шт.		Полевая всхожесть %	Выживаемость %
	по всходам	перед уборкой		
Без удобрений	<u>313</u>	<u>202</u>	<u>78</u>	<u>51</u>
	333	188	83	47
N ₂₀ P ₄₀ K ₇₀	<u>331</u>	<u>266</u>	<u>83</u>	<u>67</u>
	280	264	70	66
N ₄₀ P ₄₀ K ₇₀	<u>324</u>	<u>234</u>	<u>81</u>	<u>59</u>
	272	246	68	62
N ₂₀ P ₄₀ K ₇₀ + N ₂₀ - фон	<u>317</u>	<u>244</u>	<u>79</u>	<u>61</u>
	295	228	74	57
N ₂₀ P ₄₀ K ₇₀ + N ₄₀	<u>318</u>	<u>272</u>	<u>80</u>	<u>68</u>
	341	239	85	60
N ₂₀ P ₄₀ K ₇₀ + N ₄₀ + N ₂₀	<u>285</u>	<u>233</u>	<u>71</u>	<u>58</u>
	295	262	74	66
Фон + Агрофлорин + Ауксинолен	<u>338</u>	<u>231</u>	<u>85</u>	<u>58</u>
	311	218	78	55
Фон + Кодамин В-Мо	<u>294</u>	<u>236</u>	<u>74</u>	<u>59</u>
	352	290	88	73
Фон + К - Гумат - Na	<u>306</u>	<u>227</u>	<u>77</u>	<u>57</u>
	307	271	77	68
Фон + Бисолбифит	<u>312</u>	<u>278</u>	<u>78</u>	<u>70</u>
	331	237	83	59
Среднее	<u>314</u>	<u>242</u>	<u>78</u>	<u>61</u>
	312	244	78	61

В числителе – предшественник чистый пар; в знаменателе – предшественник клевер

Динамика роста растений кормовой озимой ржи отображена в таблице 2. В текущем году длина растений была существенно ниже, чем в прошлом. В фазу кущения растения не превышали 18 см в длину. Однако, влияние внесенных удобрений все же было заметно.

В фазу выхода в трубку длина растений была равна, в среднем, 37-38 см. На делянках без внесения удобрений длина их составляла 34,2/31,9 см. Под влиянием удобрений растения озимой ржи достигали в длину 40 см. В этот период наблюдался интенсивный рост. К фазе колошения длина растений по вариантам опыта составляла, в среднем, 80,1-86,6 см, а в фазу цветения - 126,5-136,7 см. С началом периода созревания зерна рост растений прекратился и к концу фазы молочной спелости оставался на прежнем уровне.

Таблица 2. Динамика роста кормовой озимой ржи, см

Варианты опыта	Фазы роста озимой ржи				
	куще- ние	выход в трубку	коло- шение	цвете- ние	молоч- ная спе- лость
Без удобрений	<u>13,3</u>	<u>34,2</u>	<u>69,2</u>	<u>125,5</u>	<u>114,2</u>
	16,9	31,9	76,4	129,1	129,5
N ₂₀ P ₄₀ K ₇₀	<u>15,1</u>	<u>34,6</u>	<u>75,5</u>	<u>125,3</u>	<u>121,9</u>
	16,5	34,9	79,8	133,0	135,4
N ₄₀ P ₄₀ K ₇₀	<u>16,4</u>	<u>35,3</u>	<u>79,2</u>	<u>117,8</u>	<u>116,9</u>
	18,4	39,9	84,3	136,2	130,7
N ₂₀ P ₄₀ K ₇₀ + N ₂₀ - фон		<u>37,7</u>	<u>81,0</u>	<u>131,0</u>	<u>131,7</u>
		39,0	93,1	135,6	138,7
N ₂₀ P ₄₀ K ₇₀ + N ₄₀		<u>39,0</u>	<u>79,9</u>	<u>129,3</u>	<u>129,3</u>
		40,9	91,4	138,6	141,2
N ₂₀ P ₄₀ K ₇₀ + N ₄₀ + N ₂₀		<u>37,9</u>	<u>86,9</u>	<u>130,2</u>	<u>125,6</u>
		40,6	88,0	138,4	138,8
Фон + Агрофлорин + Ауксинолен		<u>38,5</u>	<u>80,7</u>	<u>126,0</u>	<u>122,8</u>
		39,5	88,8	136,6	142,4
Фон + Кодамин В-Мо		<u>38,3</u>	<u>84,9</u>	<u>124,5</u>	<u>136,0</u>
		38,7	85,6	135,6	136,6
Фон + К - Гумат - Na		<u>39,7</u>	<u>82,4</u>	<u>129,1</u>	<u>130,3</u>
		37,0	89,2	146,2	139,1
Фон + Бисолбифит		<u>36,8</u>	<u>81,0</u>	<u>126,0</u>	<u>130,0</u>
		38,9	88,9	137,9	140,8
Среднее		<u>37,2</u>	<u>80,1</u>	<u>126,5</u>	<u>125,9</u>
		38,1	86,6	136,7	137,3

В числителе – предшественник чистый пар; в знаменателе – предшественник клевер

Фенологические наблюдения, проводимые на протяжении периода вегетации, показали, что после весеннего отрастания в фазы кущения и выхода в трубку происходит прирост количества побегов (табл. 3). В фазу выхода в трубку насчитывалось, в среднем, по 5 побегов на растении. В дальнейшем, наблюдалось их отмирание и к концу фазы молочной спелости на растении оставалось по 2 стебля.

Таблица 3. Динамика кустистости кормовой озимой ржи по фазам роста, шт.

Варианты опыта	Фазы роста озимой ржи				
	куще- ние	выход в трубку	коло- шение	цвете- ние	молоч- ная спе- лость
Без удобрений	<u>2,9</u>	<u>4,1</u>	<u>2,8</u>	<u>1,8</u>	<u>2,1</u>
	3,5	5,2	3,1	3,5	1,7
N ₂₀ P ₄₀ K ₇₀	<u>3,3</u>	<u>4,8</u>	<u>3,2</u>	<u>2,5</u>	<u>1,6</u>
	4,2	4,7	2,9	3,0	2,1
N ₄₀ P ₄₀ K ₇₀	<u>3,0</u>	<u>4,1</u>	<u>3,6</u>	<u>2,5</u>	<u>1,9</u>
	4,4	6,5	3,3	2,8	1,9
N ₂₀ P ₄₀ K ₇₀ + N ₂₀ - фон		<u>5,6</u>	<u>3,1</u>	<u>2,6</u>	<u>2,3</u>
		5,5	2,8	3,7	2,3
N ₂₀ P ₄₀ K ₇₀ + N ₄₀		<u>5,6</u>	<u>3,5</u>	<u>3,3</u>	<u>1,7</u>
		5,0	2,9	3,2	2,6
N ₂₀ P ₄₀ K ₇₀ + N ₄₀ + N ₂₀		<u>4,7</u>	<u>3,5</u>	<u>3,4</u>	<u>2,8</u>
		5,7	2,3	3,3	2,5
Фон + Агрофлорин+ Ауксинолен		<u>4,4</u>	<u>3,2</u>	<u>3,0</u>	<u>2,0</u>
		5,5	2,7	3,6	2,3
Фон + Кодамин В-Мо		<u>4,5</u>	<u>3,8</u>	<u>3,3</u>	<u>2,2</u>
		4,9	3,7	3,6	2,1
Фон + К - Гумат - Na		<u>5,2</u>	<u>3,8</u>	<u>3,6</u>	<u>2,1</u>
		5,7	2,6	2,0	2,0
Фон + Бисолбифит		<u>5,1</u>	<u>3,2</u>	<u>2,7</u>	<u>1,7</u>
		5,6	2,8	2,6	2,4
Среднее		<u>4,8</u>	<u>3,3</u>	<u>2,9</u>	<u>2,0</u>
		5,4	2,9	3,1	2,2

В числителе – предшественник чистый пар; в знаменателе – предшественник клевер

Результаты морфологического анализа растений, отобранных с учетных площадок перед уборкой зерна, представлены в таблице 4. Продуктивная кустистость в условиях этого года была очень низкой для кормовой озимой ржи, характеризующейся в отдельные годы очень высокими значениями (5-25 стеблей в растении). Длина растений, в среднем составляла 116,3-130,3 см, длина колоса - 9,1-8,9 см, вес зерна в колосе от 1,24 до 1,62 г.

Таблица 4. Результаты морфологического анализа растений кормовой озимой ржи

Варианты опыта	Продуктивная кустистость		Высота растений, см		Структура колоса				Солома : зерно	
					Длина колоса, см		Вес зерна, г			
	1*	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Без удобрений	1,2	1,2	115,1	122,6	8,2	9,3	1,24	1,40	1,1	1,6
N ₂₀ P ₄₀ K ₇₀	1,2	1,1	108,0	120,2	8,0	7,7	1,21	1,08	1,7	0,5
N ₄₀ P ₄₀ K ₇₀	1,2	1,2	125,7	125,4	8,2	9,4	1,32	1,41	1,3	1,3
N ₂₀ P ₄₀ K ₇₀ + N ₂₀	1,2	1,2	116,8	134,3	9,4	9,3	1,38	1,33	1,4	1,4
N ₂₀ P ₄₀ K ₇₀ + N ₄₀	1,3	1,1	122,0	139,5	9,2	9,3	1,37	1,40	1,2	1,4
N ₂₀ P ₄₀ K ₇₀ + N ₄₀ + N ₂₀	1,5	1,1	110,6	131,3	9,9	9,1	1,43	1,31	1,2	1,5
ф+Агрофлорин +Ауксинолен	1,1	1,2	116,3	130,8	8,6	9,0	1,23	1,45	1,3	1,1
ф + Кодамин В-Мо	1,3	1,2	113,5	133,5	9,3	8,4	1,41	1,25	1,3	1,4
ф + К-гумат-Na	1,2	1,2	110,1	132,2	10,3	8,3	1,62	1,21	1,3	1,4
ф + Бисолбифит	1,3	1,2	124,8	133,1	9,9	9,3	1,44	1,35	1,3	1,5
Среднее	1,3	1,2	116,3	130,3	9,10	8,90	1,36	1,32	1,3	1,3

*1 – предшественник чистый пар; 2 - предшественник клевер II-го года

Литература

1. Кобылянский В.Д., Солодухина О.В., Потапова Г.Н., Ткаченко И.В., Галимов К.А. Изучение инновационной зернофуражной низкопентозановой озимой ржи // Пермский аграрный вестник. 2014. №1(5). С. 10-16.
2. Научные основы системы земледелия в колхозах и совхозах Псковской области / Сост. А.В. Струков. - Л.: Лениздат, 1982. - 182 с.
3. *НПО "СИЛА ЖИЗНИ": К - Гумат - Na* (гумат калия / натрия) с микроэлементами [Электронный ресурс](дата обращения 21.08.2020).

4. ООО «Бисолби Плюс» БисолбиФит [Электронный ресурс] <http://bisolbiplus.ru/produkty/bisolbifit.html> (дата обращения 21.08.2020).
5. Осипов А.И., Шкрабак Е.С. Роль некорневого питания в повышении продуктивности сельскохозяйственных культур // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета, 2019. - №54. – С. 44-52.
6. Posad.bio: Инновационный биопрепарат для восстановления и защиты почвы. Инновационный биопрепарат для стимуляции иммунитета и роста растений, комплексной защиты от фитопатогенов и корневой гнили [Электронный ресурс] (дата обращения 21.08.2020).
7. Рысев М.Н., Волкова Е.С., Федотова Е.Н., Дятлова М.Н. Закономерности действия удобрений под озимую рожь на дерново-подзолистых почвах // Известия Великолукской ГСХА. 2018. №4. С. 18-25.
8. СевЗапАгро: КОДАМИН В-МО [Электронный ресурс] <https://sevzapagro.ru/ishop/product/408> (дата обращения 21.08.2020)
9. Сысуев В.А., Кедрова Л.И., Рубцова Н.Е., Русаков Р.В., Устюжанин И.А., Уткина Е.И. Концептуальные направления развития научно-инновационного проекта «Рожь России» // Достижения науки и техники АПК. - 2015.- Т.29.- №11.- С. 28-31.
10. Manzoor, A., Khattak, R.A. & Dost, M. 2014. Humic acid and micronutrient effects on wheat yield and nutrients uptake in salt affected soils. International Journal of Agriculture and Biology 16(5), 991–995.
11. Parvan, L., Dumitru, M., Sirbu, C. & Cioroianu, T. 2013. Fertilizer with humic substances. Romanian Agricultural Research 30, 205–212.

DOI: 10.33775/conf-2021-276-279

УДК 633.854.54: 631.53.048:631.543.2

АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЛЬНА МАСЛИЧНОГО В НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЕ РФ

Сухопалова Т. П.

ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур», Россия

Аннотация. В последние годы в Нечерноземной зоне РФ возрос интерес к ценной технической культуре льну масличному. В работе представлены результаты исследований по изучению агротехнических приемов возделывания этой культуры.

Ключевые слова: лен масличный, агротехнические условия, Нечерноземная зона РФ, урожайность семян, сорт Уральский, сорт Северный.

DOI: 10.33775/conf-2021-276-279

UDC 633.854.54: 631.53.048:631.543.2

AGROTECHNOLOGICAL TECHNIQUES FOR THE CULTIVATION OF OIL FLAX IN THE NON-BLACK EARTH ZONE OF THE RUSSIAN FEDERATION

Sukhopalova T.P.

FSBSI "Federal Scientific Center for Bast Crops", Russia

Abstract. In recent years, in the Non-Black Earth Zone of the Russian Federation, interest in the valuable technical crop of oil flax has increased. The paper presents the results of research on the study of agrotechnical methods of cultivation of this crop.

Key words: oil flax, agrotechnological conditions, Non-Black Earth Zone of the Russian Federation, seeds yield, variety Uralsky, variety Severny.

Положительное отношение к возделыванию льна масличного обусловлено увеличением спроса на семена, а его возделывание в Нечерноземье в современных экономических условиях в некоторой мере может приостановить деградацию системы сельскохозяйственного производства [2].

Одним из сортов льна масличного, включенным в Госреестр селекционных достижений по Волго-Вятскому, Средневолжскому и Восточно-Сибирскому регионам является новый сорт Уральский. Он отличается раннеспелостью, высоким содержанием масла (свыше

45 %), устойчивостью к полеганию, и основным болезням [8]. Вегетационный период у сорта составляет 80–85 суток, но в годы с прохладной и дождливой погодой продлевается до 100–105 суток [8]. Растения льна масличного сорта Уральский обычно одностебельные, соцветие – кистевидное. Агротехника возделывания льна общепринятая. В условиях Среднего Урала посев следует производить с нормой высева 8 - 9 млн всхожих семян на 1 га [8].

Семена льна масличного содержат масла, отличающиеся жирнокислотным составом, а также содержанием протеина, что является очень ценным признаком. Наибольшее содержание сырого жира отмечено у сорта Уральский по отношению к сорту Северный [7]. В состав семени льна масличного входят две незаменимые жирные кислоты – линоленовая, среднее ее содержание составляет 53,8 % (Омега-3) и олеиновая, повышенное ее состояние соответствует 21,8 % (Омега-6), которые не вырабатываются в организме человека [7]. Получаемое масло из семян льна масличного широко используется не только в промышленности, но и обладает уникальными лечебно-профилактическими свойствами и используется в медицине и косметической индустрии [7]. Отходы после отжима масла являются прекрасным кормом для животных в виде жмыха [5]. По содержанию незаменимых аминокислот и питательности льняной жмых не уступает подсолнечному и рапсовому.

В стеблях льна масличного содержится большое количество корты, что отрицательно отражается на качестве волокна. Но в высокотехнологических отраслях – ВПК (производство нитроцеллюлозы), фармацевтическая промышленность (медицинская вата, салфетки, перевязочные материалы и др.) это волокно с успехом используется [6]. Находит применение в производстве товаров ковра и мякина.

Агротехнические условия влияют на урожайность льнопродукции. Существует прямая зависимость урожайности семян различных сортов от количества растений на единице площади и массы семян с одного растения. [6]. Выявлено, что от нормы высева семян и площади их питания в значительной степени зависит поглощение питательных веществ из почвы, это в той или иной степени отражается на урожайности семян и льноволокна [1].

Исследования по изучению агротехнических приемов (норм высева и способов посева) льна масличного сорта Уральский и влиянию их на повышение урожайности проводили в Центральном районе Нечерноземной зоны РФ (Тверская область) в 2018–2020 гг. на дерново-

подзолистой среднесуглинистой почве. Реакция почвенной среды (по ГОСТ 26257-97) была слабокислой и среднекислой $pH_{KCl} - 4,89...5,38$. Содержание фосфора (по ГОСТ 26907-91) (по методу Кирсанова) было очень высоким и повышенным – 144...410 мг/кг, калия (по ГОСТ 26907-91) – от среднего до высокого - 102...256 мг/кг. Содержание гумуса по методу Тюрина (по ГОСТ 26213) составляло 1,42 и 1,60 %.

Двухфакторный опыт был заложен методом расщепленных делянок. Лен масличный сорта Уральский высевали с шириной междурядья 10 и 15 см (фактор А) и с нормами высева 7, 8 и 9 млн всхожих семян на 1 га (фактор В) на фоне внесения минеральных удобрений в дозе $N_{45}P_{60}K_{90}$. Учетная площадь делянок первого порядка с шириной междурядья составляла 3 м², второго – с нормой высева семян - 1 м². Посевы в фазе «елочка» обрабатывали смесью гербицидов: Секатора турбо –75 мг/га, Гербитокса – Л – 1 мл/га, Лонтрела – 300 мл/га, Миуры - 1,0 л/га.

В результате проведенных исследований было установлено, что в условиях Центрального района Нечерноземной зоны РФ агротехнологический прием, включающий сочетание посева льна масличного сорта Уральский с шириной междурядья 15 см и нормой высева 8 млн всхожих семян на 1 га способствовал увеличению урожайности семян по сравнению с посевом его с шириной междурядья 10 см и этой же нормой высева (табл.). Наблюдалось увеличение количества коробочек на одном растении на 4,1 шт., семян в одной

Таблица. Влияние норм высева семян льна масличного и ширины междурядья на урожайность льнопродукции в Центральном районе Нечерноземной зоне РФ (в среднем за 2018 – 2020 гг.)

Ширина междурядья, см (фактор А)	Урожайность семян, ц/га			Урожайность льносоломы, ц/га		
	норма высева семян, млн шт. / га (фактор В)			норма высева семян, млн шт. /га (фактор В)		
	7	8	9	7	8	9
10	4,6	4,8	4,3	18,3	18,7	19,0
15	5,9	7,3*	6,2	19,3	21,9*	20,4
Среднее по фактору В	5,2	6,0*	5,2	18,8	20,3	19,7
Среднее по фактору А:	4,6	НСР ^I ₀₅ , - 2,9 НСР ^{II} ₀₅ , - 0,8		18,7	НСР ^A ₀₅ , - 7,3, НСР ^B ₀₅ , - 1,7,	
10 см	6,5*	НСР ^A ₀₅ , - 1,7 НСР ^B ₀₅ , - 0,6		20,6	НСР ^I ₀₅ , - 12,6, НСР ^{II} ₀₅ , - 2,4	
15 см						

Примечание.* Существенно на 5 % уровне значимости

коробочке – на 0,8 шт. и повышалась урожайность семян льна масличного на 2,5 ц/га (52 %) и урожайность льносоломой на 3,2 ц/га (17 %). Наибольшую урожайность семян льна масличного равную 7,3 ц/га и соломы 21,9 ц/га получили при сочетании нормы высева 8 млн всхожих семян на 1 га с шириной междурядья 15 см (фактор АВ). При посеве льна масличного с нормой высева 8 млн всхожих семян на 1 га в сочетании с междурядьем 15 см (фактор АВ) – урожайность семян повысилась на 1,4 и 0,8 ц/га в сравнении с нормами высева 7 и 9 млн всхожих семян на 1 га в сочетании с этим же междурядьем.

Таким образом, для совершенствования технологии возделывания льна масличного с помощью агротехнических приемов с целью получения наибольшей урожайности семян и соломы целесообразно в условиях Центрального района Нечерноземной зоны РФ высевать лен масличный с нормой высева 8 млн всхожих семян на 1 га в сочетании с шириной междурядья 15 сантиметров.

Литература

1. Васильев А.С., Диченский А.В. Влияние норм высева и биопрепаратов на продуктивность льна масличного в северной части Центрального Нечерноземья // Аграрный вестник Верхневолжья. 2018. № 3 (24). С. 38-44.
2. Великанова И.В. Природные факторы размещения посевов масличного льна в РФ // Научное обеспечение производства прядильных культур: состояние, проблемы и перспективы: науч. пособие. – Тверь: Твер. ун-т, 2018. - С. 293-296.
3. Масличный лен как источник волокнистого сырья / Т.А. Рожмина, А.А. Жученко, И.А. Куземкин, Т.С. Киселева, Е.Г. Герасимова // Достижение науки и техники АПК. 2019. Т.33. № 9. С. 28-31. Doi: 10.24411/0235-2451-2019-10906.
4. Новиков Э.В., Басова Н.В., Ущাপовский И.В., Безбабченко А.В. Масличный лен как глобальный сырьевой ресурс для производства волокна // Молочнохозяйственный вестник. 2017. № 3 (27) III кв. С. 187-204.
5. Носевич М.А., Степин А.Д., Айиссомде Й. З. Действие нормы высева и сортовых особенностей на урожайность льна масличного / Лен – стратегическая культура XXI века (Состояние, проблемы и перспективы развития АПК): Матер. II Междунар. науч.-практ. конф. посвященной 105-летию образования ФГБНУ «Псковский НИИСХ» 2-4 июля 2015 г. М., 2015. С. 82-87.
6. Рожмина Т.А., Жученко А.А., Павлова Л.Н. Лен масличный, как источник сырья многоцелевого назначения // Научное обеспечение производства прядильных культур: состояние, проблемы и перспективы: науч. пособие. – Тверь: Твер. ун-т, 2018. - С. 31-34.
7. Рожмина Т.А., Понажев В.П., Захарова Л.М. Лен масличный: сорт ЛМ и его агротехнологии: рекомендации. Тверь. гос ун-т, 2014. 20 с.
8. Синякова О.В. Особенности технологии возделывания льна масличного на Среднем Урале: Автореф. дис... канд. с.-х. наук.- Усть-Кинельский, 2017. 20 с.

DOI: 10.33775/conf-2021-280-283

УДК 633.853.483

ПРОДУКТИВНОСТЬ ГОРЧИЦЫ САРЕПТСКОЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ НОРМЫ ВЫСЕВА СЕМЯН

Занозина О.Д., Бушнев А.С., Трубина В.С.

ФГБНУ ФНЦ «Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур им. В.С. Пустовойта», г. Краснодар

Аннотация. На фоне быстрой урбанизации и демографического роста в современном мире, а также резком сокращении пахотных угодий, которые с каждым годом будут продолжать уменьшаться, фермерам необходимо постоянно искать решения для увеличения урожайности сельскохозяйственных культур. В статье приведены исследования по изучению влияния норм высева семян горчицы сарептской.

Ключевые слова: горчица, сорт Юнона, норма высева, технология выращивания, урожайность.

DOI: 10.33775/conf-2021-280-283

UDC 633.853.483

PRODUCTIVITY OF SAREPTA MUSTARD DEPENDING ON THE SEEDING RATE

Zanozina O.D., Bushnev A.S., Trubina V.S.

V.S. Pustovoit All-Russian Research Institute of Oil Crops (VNIIMK), Krasnodar

Abstract. With the rapid urbanization and population growth in the modern world, as well as a sharp decline in arable land, which will continue to decrease every year, farmers need to constantly look for solutions to increase crop yields. The article presents studies on the influence of the seeding rates of Sarepta mustard.

Key words: mustard, variety Yunona, seeding rate, cultivation technology, yield.

Посевы горчицы, как одной из перспективных масличных культур, имеют важное агротехническое значение для сельского хозяйства [1, 2]. Она обладает фитомелиоративными свойствами, а мощная веретеновидная корневая система позволяет усваивать труд-

недоступные формы питательных элементов (кальций, фосфор и др.) из нижележащих горизонтов почвы, что способствует трансформации их в пахотный горизонт и создание определенного запаса для последующих в севообороте культур [3]. Также корневая система горчицы очень хорошо разрыхляет почвенный профиль и улучшает физические свойства почвы: водопроницаемость, влагоемкость и аэрируемость. Благодаря этому она является одним из лучших предшественников для многих сельскохозяйственных культур [5].

Норма высева семян является одним из приемов технологии выращивания, позволяющих увеличить урожай полевых культур, разработка которого должна вестись с учетом биологических особенностей культуры, почвенно-климатических условий региона, почвенного плодородия и других факторов. Горчица обладает высокой пластичностью к данному технологическому приему. При редком состоянии посевов она развивается в мощное, ветвистое растение, а загущенные способствуют быстрому развитию культуры, что приводит к ослаблению негативного воздействия на нее вредных организмов, однако в засушливые годы урожайность горчицы резко снижается [4, 6].

В связи с этим в исследованиях была поставлена цель – изучить влияние различных норм высева семян на продуктивность горчицы сарептской.

В 2020 г. на центральной экспериментальной базе ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК (г. Краснодар) был заложен мелкоделяночный опыт по изучению влияния норм высева семян (66, 80 и 93 шт./м²) на качество и урожайность горчицы сарептской сорта Юнона. Площадь опытной делянки - 7,5 м². Семена высевались на глубину 2-3 см с шириной междурядий 30 см. Масличность и эфиромасличность в семенах горчицы сарептской сорта Юнона определяли на ИК-спектрометре Matrix-1 (рис. 1).

Доля, содержания эфиров в семенах закономерно возрастала с увеличением нормы высева и при 66 шт./м² составила 0,56 %, 80 шт./м² – 0,58 %, 93 шт./м² – 0,60 %, а масличность семян при 66 шт./м² оказалась на уровне 46,6 %, увеличивалась до 46,8 и 46,9 % при 80 и 93 шт./м² соответственно. В ходе исследования было установлено, что содержание эфиров и масличность семян горчицы сарептской сорта Юнона прямо пропорционально зависели от нормы высева семян. Однако полученные результаты показывали незначительное различие по

вариантам опыта, что свидетельствует о косвенном влиянии данного агротехнического приема на эти качественные показатели.

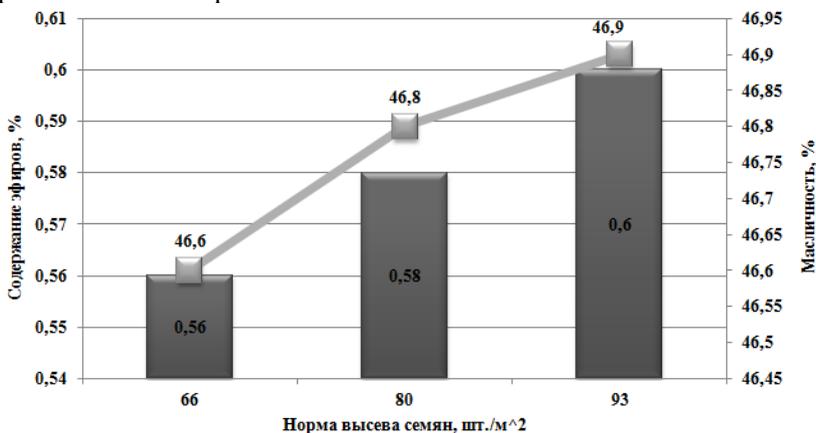


Рисунок 1. Содержание эфиров и масличность семян горчицы сарептской

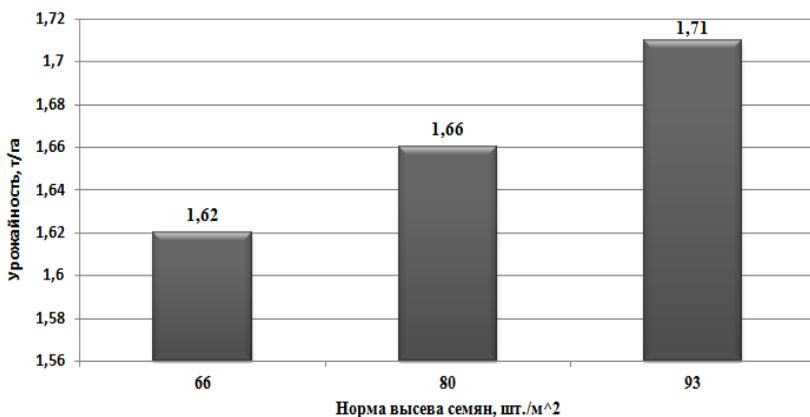


Рисунок 2. Урожайность горчицы сарептской

Урожайность горчицы сарептской сорта Юнона, как и масличность с эфиромасличностью культуры, находится в прямой пропорциональной зависимости от нормы высева семян (рис. 2). Норма высева 93 шт./м² позволила получить наибольшую урожайность куль-

туры – 1,71 т/га, что на 0,09 и 0,05 т/га выше, чем при норме высева 66 и 80 шт./м² соответственно.

Таким образом, наилучшей нормой высева семян горчицы сарептской сорта Юнона выращиваемой на черноземе выщелоченном Западного Предкавказья является 93 шт./м², обеспечивающая получение высокой урожайности культуры – 1,71 т/га и лучших качественных показателей: масличность семян – 46,9 % с содержанием эфиров в них – 0,60 %.

Исследования по изучению влияния нормы высева семян на продуктивность горчицы сарептской сорта Юнона продолжены в 2021 году на центральной экспериментальной базе ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК (г. Краснодар).

Литература

1. Горчица сарептская в Волгоградской области. – Волгоград, 1984. – 6 с.
2. Горчица: практическое руководство по технологии возделывания в Ростовской области / О.Ф. Горбаченко, Е.В. Картамышева, Т.Н. Лучкина, А.С. Бушнев, С.А. Семеренко, Л.П. Збраилова / Донская опытная станция им. Л.А. Жданова – филиал ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК. – Ростов-на-Дону: Изд. Южного федерального университета, 2019. – 40 с.
3. Занозина О.Д., Бушнев А.С. Эффективность применения минеральных удобрений на урожайность семян горчицы сарептской // Растениеводство и луговое хозяйство: Сборник статей Всероссийской научной конференции с международным участием. – Москва, 2020. – С. 185–188.
4. Перспективная ресурсосберегающая технология производства горчицы. Методические указания / В.М. Лукомец, С.Л. Горлов, Н.М. Тишков, В.Т. Пивень, А.С. Бушнев, В.С. Трубина. – Москва, 2010. – 56 с.
5. Рекомендации по возделыванию горчицы в Волгоградской области. – Волгоград, 1967. – 15 с.
6. Тишков Н.М., Бушнев А.С. Урожайность масличных культур в зависимости от систем основной обработки почвы в севообороте // Масличные культуры: Науч.-тех. бюл. ВНИИМК. – 2012. – Вып. 2 (151–152). – С. 121-126.

DOI: 10.33775/conf-2021-284-287

УДК 633.853.494

РАПС (*BRASSICA NAPUS Z.*) КАК ПЕРСПЕКТИВНАЯ КОРМОВАЯ КУЛЬТУРА

Гладкая А.С.

*ФГБНУ ФНЦ «Всероссийский научно-исследовательский институт
масличных культур им. В.С. Пустовойта», Краснодар*

Аннотация. В статье приведены литературные данные по использованию рапса в кормопроизводстве.

Ключевые слова: рапс, семена, протеин, корм, урожайность.

DOI: 10.33775/conf-2021-284-287

UDC 633.853.494

RAPESEED (*BRASSICA NAPUS Z.*) AS A PROMISING FORAGE CROP

Гладкая А.С.

*V.S. Pustovoit All-Russian Research Institute of Oil Crops(VNIIMK),
Krasnodar*

Abstract. The article presents literature data on the use of rapeseed in fodder production.

Key words: rapeseed, seeds, protein, fodder, yield.

Потребность в увеличении животноводческой промышленности растет с каждым годом. В развитых странах половину необходимой суточной нормы населения в белке покрывается за счет продуктов животноводства. Но для нормального роста и развития не только человеку необходим белок.

Также животным для сбалансированного рациона надлежит потреблять высококачественные белковые корма, к одним из которых относится рапс [8].

Рапс (*Brassica napus Z.*) – масличная культура семейства капустных (*Brassicaceae*). Он относится к древнейшим сельскохозяйственным культурам. По мнению одних исследователей [11] родиной его является Европа, а по мнению других – Средиземноморье

[2]. Культивировать в Европе рапс начали с конца 16 века, в России возделывать как масличную культуру стали в конце 19 века [7].

По пищевым и кормовым достоинствам рапс значительно превосходит многие сельскохозяйственные культуры. Из её зеленой массы получают такие корма, как рапсовый силос, рапсовые гранулы, солому. Семена данного растения имеют высокую питательную ценность. Так в 1 кг семян рапса содержится от 1,4-2 кормовых единиц. 180-200 грамм переваримого протеина, а так же 450 грамм жира. Из семян растения получают рапсовую муку, а так же жмых и шрот [9].

Было установлено, что рапсовые корма можно безопасно скармливать всем видам скота и птицы. На кормовые цели используют сорта с низким содержанием глюкозинолатов в семенах и отсутствием эруковой кислоты в масле.

Однако при содержании данных показателей выше 5 % целесообразно использование посевов рапса на зеленую массу или же приготовление из неё силоса [10].

Лучшие фазы для скармливания зеленой массы животным являются бутонизация и начало цветения рапса растений. В более поздние фазы поедаемость сельскохозяйственными животными снижается из-за накопления глюкозинолатов, придающие горький вкус. К употреблению, как зеленой массы, так и силоса следует постепенно приучать животных в течение 3-5 дней. Рапсовую муку и жмых следует скармливать в сухом виде в смеси с другими концентрированными кормами [9].

По данным [9] следует, что использование рапсовых кормов у КРС способствует росту и развитию особей, увеличивает молочную продуктивность. Улучшаются такие показатели, как доля жира в молоке, удой, при замене многолетних трав и кукурузы на зеленую массу рапса. При замене комбикормов у свиней на рапсовую муку заметен более активный рост у молодняка. У птиц добавление в рацион муки сохраняет яйценоскость, а также лучшая сохранность цыплят и более активный прирост массы в сутки [10].

Исследования В. К. Гурина, В. П. Цай, А. Н. Кота, Г. Н. Радчинова и А. Н. Шевцова по эффективному скармливанию зерна рапса в рационах телят показали, что скармливание кормов с добавлением рапса позволяет получить прирост в массе животных варьируется с 850 до 920 г, а также положительно влияет на показатели рубцового

пищеварения, переваримость питательных веществ рационов, морфо-биохимический состав крови [4].

Для животноводческой промышленности важным показателем является получение достаточного количества зеленой массы, а также сбалансированное накопление питательных элементов, поэтому для успешного возделывания и переработки рапса необходимо учитывать агротехнические рекомендации, разработанные для этой культуры [1].

В исследованиях Рузукулова Н.А., Умбетов А.К., Талуенко З.Н., Утенбаевой Г.А. [5] установлено, что правильное использование минеральных удобрений в посевах рапса на зеленый корм в условиях орошения юго-восточного Казахстана способствует лучшему накоплению сухой биомассы питательных элементов в растении, а также обеспечивает прибавку в урожае на 19,0 т/га, при урожае контроля 21,0 т/га.

При изучении влияния макро- и микроудобрений на дерново-подзолистых почвах Шелемова А.С. выявила, что дробное внесение азота и подкормка микроудобрениями благоприятно влияет на урожайность семян рапса [12].

Н. Карпович изучил факторы, повышающие эффективность производства рапса, и выделил четыре группы факторов: биологические, организационно-экономические, социально-психологические и экологические, обуславливающих комплексное воздействие на повышение производства и переработки семян [6].

Таким образом, для успешного развития животноводческой промышленности необходимы дальнейшие исследования по изучению использования рапса в кормопроизводстве.

Литература

1. Бушнев А.С., Орехов Г.И., Горлова Л.А. Потенциал производства рапса озимого на юге России // ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК, Агрофорум №5. – Краснодар, 2020. С. 31-34.
2. Вавилов Н.И. Происхождение и география культурных растений. Л.: «Наука» Ленинградское отделение. 1987. – 312 с.
3. Гареев Р.Г. Рапс в системе мирового сельского хозяйства // Ассоциация производителей и переботчиков рапса «РАСПАПС». – Москва, 1998. – 11 с.
4. Гурин В.К., Цай В.П., Кот А.Н., Радчинова Г.Н., Шевцов А.К. Эффективность скармливания зерна рапса, люпина, вики, гороха в рационах телят

- // РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству». –Жадино, 2012. С. 322-325.
5. Гузукулова Н.А., Умбетов А.К., Тулуенко З.Н., Утенбаева Г.А. Продуктивность ярового рапса, возделываемого на зеленый корм в условиях орошения юго-востока Казахстана, в зависимости от минерального питания // Почвоведение и агрохимия, Казахский аграрный университет. – Алматы,2016. С. 76-80.
 6. Карпович Н. Факторы повышения эффективности производства рапса // АПК: Экономика и управление. – Беларусь, 2010. С. 91-93.
 7. Нарижский И.Ф. Экономика производства и использования рапса РОСАГРОПРОМИЗДАТ. – Москва, 1991. С. 4-9.
 8. Рекомендации. Использование рапсовых кормов в животноводстве и птицеводстве. Центр научно-технической информации, пропаганды и рекламы. – Москва, 1987. С. 4-15.
 9. Рекомендации. Использование рапса на корм. Государственный агропромышленный комитет СССР. – Москва, 1988. – 3 с.
 10. Рекомендации по использованию рапсовых кормов в животноводстве и птицеводстве. ВНИПТИР. – Липецк, 1992. С. 18-26.
 11. Синская Е.Н. Историческая география культурной флоры. Л.: Колос Ленинградское отделение. 1969. – 480 с.
 12. Шелемова А.С. Формирование урожайности семян рапса при применении макро- и микроудобрений // ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА. – Ижевск, 2019. С. 2-5.

DOI: 10.33775/conf-2021-288-291
УДК 631.53.027.2: 631.81.095.337

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОСТИМУЛЯТОРОВ В ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКЕ СЕМЯН

Черникова О.В., Мажайский Ю.А.

Академия права и управления Федеральной службы исполнения наказаний, Рязань

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы эффективности использования жидкофазного биопрепарата и наночастиц кобальта в предпосевной обработке семян ярового ячменя на фоне минимальной дозы органических удобрений и их влияние на продуктивность и качественные показатели зеленой массы при выращивании травосмеси с подсевом овса на трех основных типах почв: дерново-подзолистой, серой лесной и черноземе, а также ячменя ярового на серой лесной почве.

Ключевые слова: ячмень яровой, биопрепараты, регуляторы роста, предпосевная обработка семян

DOI: 10.33775/conf-2021-288-291
UDC 631.53.027.2: 631.81.095.337

USE OF BIOSTIMULATORS IN PRE-SOWING TREATMENT OF SEEDS

Chernikova O.V., Mazhayskiy Yu.A.

The Academy of Law Management of the Federal Penitentiary Service of Russia, Ryazan

Abstract. The article discusses the issues of efficiency of using a liquid-phase biological product and cobalt nanoparticles in pre-sowing treatment of spring barley seeds against the background of a minimum dose of organic fertilizers and their effect on the productivity and quality indicators of green mass when growing a grass mixture with over-sowing oats on three main types of soils: sod-podzolic, gray forest and chernozem, as well as spring barley on gray forest soil.

Key words: spring barley, biological products, growth regulators, pre-sowing treatment of seeds.

Поиск и разработка приемов, которые могли бы повысить урожайность культурных растений без увеличения норм внесения удобрений, а также улучшить качество сельскохозяйственной продукции является приоритетным направлением современного растениеводства [1,2]. Одно из таких направлений – переход к технологиям, которые способствуют оптимизации питания растений микроэлементами и стимуляторами их роста и развития в соответствии с биологическими требованиями культур, к стратегии комплексного и дифференцированного использования генетических, почвенно-климатических и техногенных факторов. Адаптивная интенсификация сельского хозяйства требует широкого применения методов биологической коррекции, к которой можно отнести и некорневые подкормки стимуляторами роста [3,6].

Использование биостимуляторов является одним из быстро развивающихся направлений в мировой практике растениеводства и при возделывании сельскохозяйственных культур способствует получению экологически чистой продукции, улучшению состояния окружающей среды. Такими веществами могут стать наночастицы металлов, а также препараты с высоким уровнем биогенности, питательности и физиологичности, используемые для улучшения роста и развития растений, а также для активизации почвенно-микробиологических процессов, чем является жидкофазный биопрепарат (ЖФБ) [4,5].

Предпосевная обработка семян биологическими стимуляторами в целях их защиты от вредителей, болезней и стимулирования прорастания учеными рассматривается в качестве эффективного средства, исключающего загрязнение окружающей среды, что определило цель наших исследований.

Цель данной работы заключалась в выявлении эффективности использования жидкофазного биопрепарата и наночастиц кобальта в предпосевной обработке семян на фоне минимальной дозы органических удобрений, влияния на продуктивность и качественные показатели зеленой массы при выращивании травосмеси с подсевом овса на трех основных типах почв: дерново-подзолистой, серой лесной и черноземе, а также ячменя ярового на серой лесной почве.

Исследования проводили в лизиметрах в 4-кратной повторности. Используемые наночастицы кобальта имеют следующие харак-

теристики 40-60 Нм, фазовый состав – Со - 100%. Суспензию наночастиц получали диспергированием ультразвуком в водном растворе. ЖФБ – жидкость темно-коричневого цвета со специфическим запахом, pH = 6,5 – 7,5, содержит N, С, Р, К, Са, Mg, триптофан, микроорганизмы. Нанопорошок кобальта в растворе содержал 0,01 г на гектарную норму высева семян, концентрация ЖФБ составляла 1% и 2%. Семена были замочены за 60 мин до посева в двойную дистиллированную воду (контрольный вариант), в суспензию наночастиц и ЖФБ.

Во всех вариантах в качестве фона был внесен компост в дозе 20 т/га, включающий в себя 90% навоза крупного рогатого скота и 10% перепревшего птичьего помета.

В качестве объекта исследований был выбран ячмень яровой сорт «Кати». Масса 1000 зерен - 46-56 г. Зернофуражный. Содержание белка - 10,9-14,5%. Восприимчив к корневым гнилям. А также овес яровой сорт «Горизонт» (масса 1000 зерен 35-38 г. Устойчив к полеганию, осыпанию и засухе. Содержание белка в зерне 13,8-15,6%) и травосмесь: овсяница луговая 27%, райграс пастбищный 22%, клевер красный 18%, костреч безостый 18%, клевер белый 9%, мятлик луговой 6%.

Обработка почвы, уход за посевами проводились на участках в одни и те же сроки с учетом агротехнических приемов, применяемых в хозяйстве. Определение питательной ценности и качества продукции осуществлялось согласно общепринятым гостированным методам.

Предпосевная обработка семян в комплексе с органическими удобрениями в минимальных дозах обеспечивала повышение урожайности травосмеси, на черноземе – 10 – 22%, дерново-подзолистой почве на 7 – 15%, серой лесной почве – 3 – 8%, при этом не наблюдалось снижения пищевой ценности: кормовых единиц, обменной энергии, перевариваемого белка. Жидкофазный биопрепарат лучше работает при предпосевной обработке семян на дерново-подзолистой почве и черноземе, а на серой лесной почве – наночастицы кобальта. Следует отметить, что применение наночастиц кобальта приводит к увеличению содержания каротина при выращивании растений вне зависимости от типа почв.

Анализ результатов проведенных исследований на ячмене яровом показал, что изучаемые препараты оказывают стимулирующее действие, способствуют повышению устойчивости к неоптимальным погодным условиям, повышению урожайности и качества продукции. Отмечено, что наилучшие показатели получены при совместной предпосевной обработке наночастицами кобальта с 1% раствором жидкофазного биопрепарата. Так, урожайность повысилась на 35%, содержание переваримого протеина на 6,67%, сырого протеина на 6,88%, сырого жира на 36,7%.

Литература

1. Chernikova, O. Selenium in nanosized form as an alternative to microfertilizers / O. Chernikova, Yu. Mazhayskiy, L. Ampleeva // *Agronomy Research*. – 2019. – Т. 17. № Special Issue 1. – С. 974–981. doi: 10.15159/AR.19.010.
2. Chernikova O. Comparative analysis of the use of biostimulants on the main types of soil / O. Chernikova, Yu. Mazhayskiy, S. Buryak, T. Seregina, L. Ampleeva // *Agronomy Research*. – 2021. – Т. 19. № Special Issue 1. – С.711-720.
3. Seregina, T. Features of the influence of copper nanoparticles and copper oxide on the formation of barley crop / T. Seregina, O. Chernikova, Y. Mazhayskiy, L. Ampleeva // *Agronomy Research*. – 2020. – 18(1). – С. 1010–1017. doi: 10.15159/AR.20.025.
4. Рабинович, Г.Ю. Инновационная технология для решения проблем агроэкологии / Г.Ю. Рабинович, Ю.Д. Смирнова, Е.А. Васильева, Н.В. Фомичева // *Региональная экология*. – 2015. – 6 (41) – С. 7-15.
5. Рабинович, Г.Ю. Эффективность применения предпосевной обработки семян яровой пшеницы биопрепаратом ЖФБ / Г.Ю. Рабинович, Ю.Д. Смирнова, В. О. Булычева // *Бюллетень науки и практики*. – 2019. – 5 (6). – С. 137-144. doi:10.33619/2414-2948/43/18
6. Сабирова, Т.П. Влияние биопрепаратов на продуктивность сельскохозяйственных культур / Т.П. Сабирова, Р.А. Сабиров // *Вестник АПК Верхневолжья*. – 2018. – 3 (43). – С. 18-22.

ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВ И УДОБРЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

DOI: 10.33775/conf-2021-292-296

УДК 633.853.78

ВЛИЯНИЕ ВНЕКОРНЕВОЙ ПОДКОРМКИ НА УРОЖАЙ И КАЧЕСТВО ПОДСОЛНЕЧНИКА

Тараненко В.В., Шарифуллин Р.С.

*ФГБНУ «Федеральный научный центр биологической защиты
растений», г. Краснодар*

ФГБНУ «ФНЦ риса», г. Краснодар

e-mail: viktaranen@rambler.ru

Аннотация. Изучено рост регулирующее действие препарата Атоник Плюс на рост и развитие растений подсолнечника. По результатам двухлетних испытаний определены наиболее оптимальные нормы внесения препарата, позволяющие повысить урожайность культуры на 2,5 - 3,0 ц/га и масличность семян на 1,6 - 1,9 % по сравнению с контролем.

Ключевые слова: препарат, подкормка, сорт, семена подсолнечника, урожайность, качество.

DOI: 10.33775/conf-2021-292-296

UDC 633.853.78

INFLUENCE OF FOLIAGE APPLICATION ON SUNFLOWER YIELD AND QUALITY

Taranenko V.V., Sharifullin R.S.

*FSBSI "Federal Scientific Center for Biological Plant Protection",
Krasnodar city*

*FSBSI "Federal Scientific Center of Rice",
Krasnodar city*

Summary. The growth-regulating effect of Atonic Plus preparation on the growth and development of sunflower plants has been studied. According to the results of two-year tests, the most optimal rates of application of the preparation were determined, allowing to increase the yield of the crop by 2.5 - 3.0 c / ha and the oil content of seeds by 1.6 - 1.9 % comparing to the control.

Keywords: preparation, foliage application, variety, sunflower seeds, yield, quality

Подсолнечник - важная стратегическая культура. Увеличение производства подсолнечника для удовлетворения потребности населения в растительном масле и обеспечении пищевой и других отраслей промышленности сырьём - одна из главных задач сельскохозяйственного производства. В результате двухлетних испытаний 2018-2019 гг. показало, что снижение продуктивности растений подсолнечника и качества продукции можно избежать, если использовать внекорневые подкормки [1,3,6,7].

Цель - определить влияние внекорневой подкормки на урожай и качество семян подсолнечника в условиях выщелоченного чернозёма.

Объектом испытания - препарат Атоник Плюс на подсолнечнике сорта Флагман.

По данным метеостанции «Круглик» г. Краснодара температура вегетационного периода 2018 г. была несколько выше средне-многолетних показателей. С начала вегетации до фазы полной спелости температура воздуха постоянно превышала средние многолетние значения на $4-5^{\circ}\text{C}$. Сумма эффективных температур воздуха выше $+5^{\circ}\text{C}$. за вегетационный период с 1.04 - 30.09 составила 3155°C . Вегетационный период 2019 г. на $2-3^{\circ}\text{C}$. был несколько ниже предыдущего года и составил 3047°C . Количество выпавших осадков за вегетационный период 2018 г. составило – 164.8 мм, что ниже средне-многолетней нормы на 47.7 % - (345.2 мм). По количеству осадков 2019 г. был умеренным – 393.0 мм, что несколько больше средне-многолетней нормы на 11.6 % - (347.6 мм).

Опытный участок расположен на поле севооборота ФНЦБЗР. Почвенный покров участка – чернозём выщелоченный мощный тяжелосуглинистый. Содержание гумуса в пахотном слое (0 – 25 см) $\approx 3.2\%$. Почва пресная, плотный остаток меньше 0.1%. рН солевой вытяжки 5,5 (4.0 - 6.0). Содержание подвижных форм фосфора 17.4 мг/100г. почвы, калия – 32.8 мг/100г. почвы. Содержание подвижных форм микроэлементов в почве составляло: (мг/кг почвы) Mn - 57.0; Cu – 6.8; Co – 2.6; Mo – 0.16; В – 1.15.

Наименьшая влагоёмкость почвы 34.9 %, гигроскопичность – 10.2 %. Коэффициент фильтрации 0.54 мм/мин.

Предшествующая культура в годы испытаний – озимая пшеница. Агротехнические работы общепринятые для данной зоны. Сразу после уборки на участке проведено лущение стерни тяжелыми

боронами в два следа с целью измельчения пожнивных остатков и их частичную заделку в почву. Зяблевая вспашка с оборотом пласта на глубину 25 - 27 см. Весеннее выравнивание поверхности почвы. Высев семян пневматической сеялкой СУПН - 8. Обработки опытных делянок проводили по вегетации растений ранцевым электрическим опрыскивателем марки ОЭМР - 16 из расчета дозы варианта.

Схема опыта:

1. Контроль. Без обработки

3. Атоник Плюс. Опрыскивание растений: 1-е - в фазе 2-4 листа, 2-е - через 21 день после первой подкормки, расход препарата - 0.1 л/га, расход рабочего раствора - 300 л/га.

3. Атоник Плюс. Опрыскивание растений: 1-е - в фазе 2-4 листа, 2-е - через 21 день после первой подкормки, расход препарата - 0.2 л/га, расход рабочего раствора - 300 л/га.

4. Атоник Плюс. Опрыскивание растений: 1-е - в фазе 2-4 листа, 2-е - через 21 день после первой подкормки, расход препарата - 0.3 л/га, расход рабочего раствора - 300 л/га.

Площадь опытных делянок 50 м², учетных - 25 м². В опыте проводились учёт и анализ за вегетирующими растениями.

Повторность четырехкратная. Размещение делянок - рандомизированное. Уборку провели в период полной спелости зерна комбайном Хеge - 125.

Качественные показатели зерна определяли на инфракрасном спектрофотометре «Инфрапид - 61» и «Инфралюм ФТ - 10». Полученные данные обработаны методом дисперсионного анализа [2,4,5].

Результаты исследований. Анализ представленных данных в таблице 1 показывает, что испытываемый препарат Атоник Плюс существенно влиял на формирование основных элементов структуры урожая (диаметр корзинки, массу корзинки с семенами и массу семян с корзинки). Эти показатели были достоверно выше, чем на контроле, что подтверждается процентным соотношением массы семян к массе корзинки.

Закономерность полученная при анализе элементов структуры прослеживается и в расчётной урожайности. Наибольшая прибавка урожая подсолнечника получена в 3 и 4 варианте 2.5 - 3.0 ц/га или 11,8 - 14,2 % по отношению к контролю (табл. 2).

Данные приведённые в таблице 3, свидетельствуют, что влияние внекорневой подкормки на растения подсолнечника вариантов опыта

оказывает положительное действие, наблюдается увеличение натуре, массы семян и процента масличности семян по отношению к контролю.

Таблица 1. Влияние внекорневой подкормки на показатели структуры урожая

Вариант	Диаметр корзинок, см	Масса корзинок с семенами, г	Масса семян в корзине, г	Соотношение массы семян к массе корзинок, %
1	16.5	116.2	81.3	42,9
2	18.1	141.7	95.5	48,4
3	19.8	177.4	111.5	59,1
4	21.2	204.0	127.4	60,1
НСР ₀₅	1.2	22.4	9.8	-

Таблица 2. Влияние внекорневой подкормки на урожай семян 2018–2019 гг.

Вариант	Доза, л/га	Урожай, ц/га	Прибавка к контролю	
			ц/га	%
1	-	21,2	-	-
2	0,1	22,6	1,4	6,6
3	0,2	23,7	2,5	11,8
4	0,3	24,2	3,0	14,2
НСР ₀₅	-	0,4	-	-

Таблица 3. Влияние внекорневой подкормки на качество семян 2018–2019 гг.

Вариант	Натура, г/л	Масса 1000 семян, г	Масличность, %
1	405	57,2	50,4
2	416	60,8	51,7
3	419	62,9	52,0
4	424	65,1	52,3
НСР ₀₅	2,7	1,8	0,18

Вывод: проведённые испытания установили эффективность препарата Атоник Плюс на подсолнечнике в виде внекорневой под-

кормке. Лучшей дозой препарата нанесения по вегетации растений является 0.2 - 0.3 л/га, что обеспечивает увеличение урожая и масличности семян.

Исследования выполнены согласно Государственному заданию Министерства науки и высшего образования РФ в рамках НИР по теме № 0686-2019-0013.

Литература

1. Глушков С.О., Тараненко В.В. Синтез азотистых производных пиридина и их биологическая активность // В сборнике: Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования II международная научно-практическая интернет-конференция. ФГБНУ «Прикаспийский НИИ аридного земледелия». 2017. С. 1027-1029.
2. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований. М.: Колос, 1979. 4-е изд., доп. 416 с.
3. Кошлякова Ю.С., Тараненко В.В. Производные пиразолопиридинов в качестве регуляторов роста подсолнечника // В сборнике: Научно-практические пути повышения экологической устойчивости и социально-экономического обеспечения сельскохозяйственного производства Материалы международной научно-практической конференции, посвящённой году экологии в России. Составители Н.А. Щербакова, А.П. Селиверстова. 2017. С. 807-809.
4. Методика проведения полевых агротехнических опытов с масличными культурами / В. М. Лукомец, Н. М. Тишков, В. Ф. Баранов и др. // Под общ. ред. В. М. Лукомца. - Краснодар: ООО РИА «АлВи-дизайн», 2010. - 327 с.
5. Руководство по проведению регистрационных испытаний регуляторов роста растений, дефолиантов и десикантов в сельском хозяйстве: производственно-практ. Издание. - М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2016. - 216 с.
6. Способ повышения урожайности подсолнечника Дядюченко Л.В., Тараненко В.В., Муравьев В. С. Патент на изобретение RU 2741872 С1, 29.01.2021 . Заявка № 2020115653 от 12.05.2020.
7. Тараненко В.В. Скрининг регуляторов роста подсолнечника // В сборнике: Биологическая защита растений - основа стабилизации агроэкосистем ФНБНУ "Всероссийский научно-исследовательский институт биологической защиты растений", Федеральное агентство научных организаций России, Российская академия наук, Российский фонд фундаментальных исследований, Министерство образования, науки и молодежной политики администрации Краснодарского края. 2016. С. 403-406.

DOI: 10.33775/conf-2021-297-301

УДК 633.15:631.8:631.559:330

**ПРОДУКТИВНОСТЬ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ
ЭФФЕКТИВНОСТЬ КУКУРУЗЫ НА ЗЕРНО НА ЧЕРНОЗЁМЕ
ТИПИЧНОМ ТАМБОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

Иванова О.М., Макаров М.Р.

*Тамбовский НИИСХ - филиал ФГБНУ «ФНЦ им. И.В. Мичурина»,
Тамбов*

Аннотация. Основная задача, стоящая перед сельским хозяйством России – увеличение производства зерна. Кукуруза является одной из важнейших культур в мировом земледелии. В статье рассмотрены приёмы увеличения урожайности производства кукурузы на зерно.

Ключевые слова: кукуруза, зерно, чернозем, Тамбовская область, полевой эксперимент.

DOI: 10.33775/conf-2021-297-301

UDC 633.15:631.8:631.559:330

**PRODUCTIVITY AND ECONOMIC EFFICIENCY OF GRAIN
CORN ON TYPICAL CHERNOZEM IN TAMBOV REGION**

Ivanova O.M., Makarov M.R.

*Tambov Research Institute of Agriculture - a branch of FSBSI
"Federal Research Center named after I.V. Michurin", Tambov*

Abstract. The main task facing the Russian agriculture is to increase grain production. Corn is one of the most important crops in world agriculture. The article discusses the methods of increasing the yield of grain corn production.

Key words: corn, grain, chernozem, Tambov region, field experiment.

В последнее время в условиях Тамбовской области стали существенно расширяться площади выращивания зерновой кукурузы. Кукуруза хорошо отзывается на применение удобрений. Под основную обработку почвы рекомендуется вносить в дозе от 60 до 90 кг на гектар д.в. азота, фосфора и калия в зависимости от обеспеченности почвы элементами минерального питания [3].

В современных технологиях возделывания полевых культур весомым компонентом является использование водорастворимых хелатных минеральных удобрений.

В 2000 году в России площадь посева кукурузы составляла 798 тыс. гектар, в 2010 - 1410, а в 2019 - 2593 тыс. гектар. Вместе с тем,

удельный вес площади с внесёнными минеральными удобрениями во всей посевной площади увеличился с 27% в 2005 году до 61% в 2019. Выросла и урожайность культуры: с 2,12 т/га в 2000 году, до 5,70 т/га в 2019 году. Валовой сбор увеличился в 9,5 раз и составил 14,3 млн. тонн [2].

Жидкие минеральные хелатные удобрения марки Мегамикс производятся и выпускаются в виде водных растворов солей микро-, макро- и мезоэлементов. Недостаток микроэлементов приводит к снижению урожая и рентабельности производства [1].

Полевые опыты были заложены нами в 2013 году в Тамбовской области. Для внекорневой подкормки использовали минеральное хелатное удобрение марки Мегамикс с богатым содержанием микроэлементов (г/л): В – 1,7; Cu – 7,0; Zn – 14; Mn – 3,5; Fe – 3,0; Mo – 4,6; Co – 1,0; Cr – 0,3 и макроэлементов (г/л): N – 6; S – 29; Mg -15.

Почва опыта - чернозём типичный. Севооборот 6-ти польный со следующим чередованием культур: чистый пар, пшеница озимая, кукуруза (на зерно), ячмень, подсолнечник, пшеница яровая. Посевная площадь делянки 207,2 м² (5,6 × 37,0), учётная площадь – 140 м² (4,0 × 35,0). Повторность опыта трехкратная.

Полевой эксперимент предусматривал следующую схему опыта:

1. Без удобрений
2. N₆₀P₆₀ K₆₀ - фон
3. Фон + N₃₀ (предпосевная культивация)
4. Фон + N₆₀ (предпосевная культивация)
5. Фон + N₃₀ (предпосевная культивация) + N₃₀ (2-3 лист)
6. Фон + N₆₀ (предпосевная культивация) + N₃₀ (2-3 лист)
7. Фон + N₃₀ (предпосевная культивация) + N₃₀ (2-3 лист) + N₃₀ (5-7 лист)
8. Фон + N₆₀ (предпосевная культивация) + N₃₀ (2-3 лист) + N₃₀ (5-7 лист)
9. Фон + N₃₀ (предпосевная культивация) + Мегамикс (3-5 лист)
10. Фон + N₆₀ (предпосевная культивация) + Мегамикс (3-5 лист)
11. Фон + Мегамикс (3-5 лист)

Оценка погодных условий в годы проведения исследований позволяет сделать заключение о том, что погодные условия можно охарактеризовать как относительно благоприятные для роста и развития растений кукурузы (табл. 1).

За май-июнь 2019 года ГТК составил 0,08-0,00, что соответствует I классу засухи по классификации Селянинова. В 2020 году май сопровождался слабой засухой (0,61). Далее, с июня по август ГТК составил 0,21-0,05-0,10, что является показателем сильной и очень

сильной засухи. Таким образом, весь период вегетации проходил с дефицитом осадков, вплоть до уборки. ГТК вегетационного периода показал, что 2016-2017 годы оказались влажными, характеризовались повышенным количеством осадков, ГТК составил $\geq 0,76$ по всем месяцам вегетационного периода. Температура воздуха в сентябре, во все годы исследований кроме 2016 года, превышала среднемноголетнюю норму от 0,7 до 4,7⁰С. Количество выпавших осадков существенно различалось по годам исследований. Таким образом, за семилетний период сложились контрастные погодные условия, что дало возможность наиболее объективно оценить полученные данные.

В результате проведения исследований на всех вариантах опыта с внесением удобрений была получена наиболее высокая урожайность (табл. 2).

Таблица 1. Метеорологические условия за период вегетации кукурузы (2014-2020 гг.)

Год/месяц	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	За апрель-сентябрь
Количество осадков, мм							
2014*	57,8	35,6	65,4	2,9	53,3	20,3	235,3
2015*	89,7	57,5	180,1	57,9	11,8	4,2	401,2
2016*	114,0	160,1	73,5	93,8	79,9	53,5	574,8
2017*	56,0	80,1	151,4	137,3	55,2	38,3	518,3
2018*	81,7	36,1	7,3	29,2	0,4	72,0	226,7
2019*	8,5	4,9	0,0	70,3	38,5	16,0	138,2
2020*	61,4	26,0	13,8	3,3	5,7	9,4	119,6
Ср. много- ние**	29,8	39,7	55,5	63,6	47,2	48,3	284,1
Среднесуточная температура воздуха, ⁰ С							
2014*	7,5	17,9	17,3	21,4	22,3	14,1	16,8
2015*	6,7	14,8	19,9	19,6	18,5	17,2	16,1
2016*	9,3	14,3	18,1	21,2	22,2	11,8	16,2
2017*	6,4	11,7	14,8	19,1	19,9	13,6	14,3
2018*	7,4	17,0	18,4	21,6	20,9	15,1	16,7
2019*	7,9	19,5	19,1	18,4	17,5	13,2	15,9
2020*	5,6	13,8	21,9	22,8	19,0	15,5	16,4
Ср. много- ние**	6,1	14,2	18,2	20,1	18,5	12,5	14,9

Таблица 2. Урожайность кукурузы

Вариант	Урожайность, т/га	Прибавка урожайности, по сравнению с контролем		Рентабельность, %
		т/га	%	
1	7,09	-	-	311,0
2	8,63	1,54	21,7	288,6
3	9,54	2,45	34,6	308,1
4	10,37	3,28	46,3	322,4
5	10,24	3,15	44,4	320,4
6	11,42	4,33	61,1	347,4
7	10,66	3,57	50,4	320,8
8	11,29	4,20	59,2	325,9
9	9,45	2,36	33,3	298,1
10	11,33	4,24	59,8	354,9
11	9,54	2,45	34,6	322,8
НСР ₀₅	0,62			

Максимальная урожайность была получена на нескольких вариантах: 6, 8 и 10, и составила от 11,29 до 11,42 т/га. Наивысшая прибавка по сравнению с контролем составила 4,33 т/га или 61,1%. Но уровень рентабельности был ниже по сравнению с вариантом Фон + N₆₀ (предпосевная культивация) + Мегамикс (3-5 лист). Расчёт экономической эффективности применения удобрений под кукурузу на зерно в условиях Тамбовской области показал, что максимальный уровень рентабельности был получен на варианте фон + N₆₀ (предпосевная культивация) + Мегамикс (3-5 лист) и составил 354,9%, что обеспечивалось за счёт высокой урожайности (11,33 т/га) и невысокими затратами на внесение удобрения Мегамикс (исходя из стоимости 500 руб/литр) при цене 1 т карбамида 21 000 руб.

Таким образом, применение различных видов минеральных удобрений в нестабильных погодных условиях Тамбовской области является одним из важнейших приёмов увеличения урожайности и повышения уровня рентабельности производства кукурузы на зерно.

Литература

1. Андреев, Н.Н. Влияние препарата «Мегамикс» на показатели качества зерна кормового ячменя / Н.Н. Андреев, А.Л. Игнатов, С.Н. Сергатенко // Вестник Ульяновской ГСХА, 2017. – № 4 (40). – с. 9–13.
2. Россия в цифрах 2020: Краткий статистический сборник./Росстат – М., 2020. – 550 с.

3. Турусов В.И. Приёмы повышения продуктивности кукурузы в условиях юго-востока Центрально-Черноземной зоны / В.И. Турусов, В.М. Гармашов // Научно-агрономический журнал, 2019. – №3 (106). – С. 13-15.

DOI: 10.33775/conf-2021-302-306

УДК 631.1; 633.65

**НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО
ПРИМЕНЕНИЮ ОРГАНО-МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ
ПОД КУЛЬТУРУ РИСА В УСЛОВИЯХ ТЕРСКО-СУЛАКСКОЙ
ПОДПРОВИНЦИИ**

Магомедов Н.Р., Казиметова Ф.М., Сулейманов Д.Ю.

*ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Республики Дагестан»
Россия, г. Махачкала, e-mail: niva1956@mail.ru*

Аннотация. Большое внимание в Дагестане в настоящее время уделяется такой высокодоходной зерновой культуре как рис. Ремонтируется гидромелиоративная сеть, планировка чеков становится обязательной для всех хозяйств, соблюдается сортовая агротехника, более интенсивно вносятся минеральные удобрения. В статье приведены исследования по применению удобрений для различных сортов риса.

Ключевые слова: рис, органо-минеральные удобрения, азотные удобрения, севооборот, урожайность риса.

DOI: 10.33775/conf-2021-302-306

UDC 631.1; 633.65

**SOME RESEARCH RESULTS ON THE USE OF ORGANO-
MINERAL FERTILIZERS FOR RICE CULTIVATION IN THE
TERSKO-SULAK SUB-PROVINCE**

Magomedov N.R., Kazimetova F.M., Suleimanov D.Yu.

*FSBSI "Federal Agrarian Scientific Center of the Republic of Dagestan"
Russia, Makhachkala, e-mail: niva1956@mail.ru*

Abstract. Much attention in Dagestan is currently paid to such a highly profitable grain crop as rice. The irrigation and drainage network is being repaired, the planning of fields is becoming mandatory for all farms, varietal agricultural techniques are being followed, and mineral fertilizers are being applied more intensively. The article presents research on the use of fertilizers for various rice varieties.

Key words: rice, organic and mineral fertilizers, nitrogen fertilizers, crop rotation, rice yield.

В 2020 году в республике удалось получить рекордные 111 тыс. тонн зерна риса [7,8]. В 2021 году в Дагестане рисом засеяны около 26 тыс.га земли. Климатические условия Терско-Сулакской подпровинции вполне благоприятны для выращивания этой культуры. Возделывают рис здесь в основном на луговых, лугово-степных солонцевато-солончаковых почвах тяжелого механического состава. В условиях затопления в рисовых чеках интенсивно протекают различные микробиологические процессы. Азотные удобрения, внесенные под рис, разлагаясь, превращаются в аммиак, который адсорбируется почвенными частицами. Но в верхнем окисленном слое почвы аммиак переходит в нитраты, которые легко вымываются вместе с водой. Поэтому внесение под рис азотных удобрений, содержащих нитраты, не оказывают существенного влияния на урожайность культуры.

В разные годы в Дагестанском НИИСХ (ныне ФАНЦ РД) проводились исследования по изучению влияния удобрений на урожайность различных сортов риса. В 1976-1980 годах изучалось влияние различных доз минеральных удобрений (от $N_{60}P_{90}K_{30}$ до $N_{150}P_{120}K_{60}$) на плодородие почвы и продуктивность риса сорта Краснодарский 424. В результате исследований было выявлено положительное влияние минеральных удобрений на плодородие луговых почв. С увеличением доз N P содержание в почве аммиачного азота и подвижного фосфора увеличивалось в периоды кушения растений и выхода в трубку на 10-20мг/кг N- NH_3 и 11-16 мг/кг почвы P_2O_5 [1].

Наибольшая урожайность риса в среднем за 4 года наблюдалась в варианте с применением $N_{120}P_{120}K_{30}$ – 4,8 т/га зерна, что на 36,4% выше, чем на контроле (без удобрений). Улучшалось и качество зерна. Внесение $N_{60}P_{90}K_{30}$ повышало содержание белка в зерне на 0,71-1,18%, крахмала на 4,4-5,2% (табл. 1).

Таблица 1. Влияние удобрений на содержание в зерне риса белка и крахмала (%)

Вариант	Белок		Крахмал	
	1976 год	1978 год	1976 год	1978 год
Без удобрений	6,81	7,40	67,5	63,9
$N_{60}P_{90}$	7,54	8,57	71,8	66,5
$N_{60}P_{90}K_{30}$	7,52	8,58	72,7	68,3
$N_{120}P_{90}$	7,61	8,62	70,2	66,0
$N_{150}P_{120}K_{60}$	7,55	8,61	68,3	66,2

Исследования по изучению доз азотных удобрений (N_{100}, N_{150}) на урожайность сорта риса Дагестан, выведенного в Дагестанском НИИСХ (автор Увайсов М.Д.), проводились в 1983-1985 гг. наибольшая эффективность азотных удобрений выявлена в варианте с внесением N_{150} , при норме высева 6 млн. всхожих семян на 1 га – 7,7 т/га зерна, при внесении N_{100} при той же норме высева семян урожайность риса составила 6,4 т/га [9]. Азотные удобрения способствовали повышению кустистости растений риса, с повышением дозы азота с N_{100} до N_{150} коэффициент продуктивной кустистости риса увеличился в 1984-1985 году на 0,6-1,0.

В 2005-2007 годы изучалось влияние сроков и способов использования биомассы люцерны на плодородие почвы и урожайность риса при различных сроках проведения основной обработки почвы [2]. Было выявлено, что наиболее благоприятные условия для роста и развития растений риса создаются при запашке измельченной зеленой массы люцерны первого укоса четвертого года пользования в качестве зеленого удобрения (табл.2). При этом был получен наибольший урожай зерна риса 5,6 т/га, что на 21,7% выше, чем на контроле (посев риса по обороту пласта).

Таблица 2. Урожайность риса сорта Лиман в зависимости от сроков распашки пласта люцерны

Вариант	Урожайность, т/га			Средняя
	2005	2006	2007	
Осенняя вспашка после 3-го укоса люцерны 3 года пользования	4,53	4,65	5,56	4,91
Осенняя запашка измельченной зеленой массы люцерны 3-го укоса 3 года пользования на зеленое удобрение	5,24	5,26	6,35	5,62
Весенняя вспашка 1-го укоса люцерны 4 года пользования	4,83	5,17	6,24	5,41
Весенняя запашка измельченной массы люцерны 1-го укоса 4 года пользования на зеленое удобрение	5,47	5,73	6,86	6,02
НСР _{0,5} , т/га				0,43

Кроме того, в 2006-2008 гг. в Дагестанском НИИСХ изучалось в звеньях рисового севооборота влияние биогенных средств и минеральных удобрений на плодородие почвы и урожайность риса. В качестве биогенных средств для удобрения риса использовались солома, зеленая масса зимующего гороха, зеленая масса озимого рапса, навоз 30 т/га. Минеральные удобрения применялись в дозах $N_{150}P_{75}K_{75}$. Вносились

солома, зимующий горох, рапс, навоз и минеральные удобрения перед посевом риса. Контролем служил вариант без удобрений.

Наибольшую урожайность в этом опыте рис показал в варианте с посевом риса после заправки зимующего гороха – 4,82 т/га зерна, прибавка к контролю составила 1,79 т/га. Наилучшие показатели по плодородию почвы, также отмечены в этом варианте. Содержание гумуса в пахотном слое почвы было в пределах 3,02 легкогидролизуемого азота 3,35 мг, подвижного фосфора 2,34 мг и обменного калия 37,4 мг на 100 г почвы [3,4].

Элементы технологии возделывания новых сортов риса (Регул, Флагман, Кубояр) в условиях Терско-Сулакской подпровинции изучались в 2018-2020 годах (табл. 3). Минеральные удобрения под рис в этих опытах вносились в дозах $N_{110}P_{50}K_{70}$ и $N_{140}P_{80}K_{100}$ по предшественнику озимой пшенице и $N_{77}P_{35}K_{49}$ и $N_{98}P_{56}K_{70}$ по предшественнику люцерне [5,6].

Таблица 3. Урожайность сортов риса в зависимости от предшественников и доз минеральных удобрений

Предшественник. Фактор А	Сорт. Фактор В	Дозы минеральных удобрений. Фактор С	Урожайность, т/га зерна			
			2018	2019	2020	средняя
Озимая пшеница	Регул (контроль)	без удобрений	3,36	4,12	4,03	3,84
		$N_{110}P_{50}K_{70}$	4,55	4,75	4,66	4,65
		$N_{140}P_{80}K_{100}$	5,43	5,83	5,75	5,67
	Флагман	без удобрений	4,28	4,58	4,48	4,45
		$N_{110}P_{50}K_{70}$	5,25	5,74	5,63	5,54
		$N_{140}P_{80}K_{100}$	6,14	6,66	6,57	6,46
	Кубояр	без удобрений	4,12	4,29	4,15	4,19
		$N_{110}P_{50}K_{70}$	5,21	5,48	5,46	5,38
		$N_{140}P_{80}K_{100}$	5,86	6,01	5,95	5,94
Люцерна	Регул (контроль)	без удобрений	4,11	4,49	4,43	4,34
		$N_{77}P_{35}K_{49}$	5,05	5,38	5,28	5,24
		$N_{98}P_{56}K_{70}$	5,66	5,85	5,77	5,76
	Флагман	без удобрений	4,98	5,53	5,38	5,30
		$N_{77}P_{35}K_{49}$	5,56	5,94	6,15	5,88
		$N_{98}P_{56}K_{70}$	6,79	6,85	6,77	6,80
	Кубояр	без удобрений	4,35	4,57	4,43	4,45
		$N_{77}P_{35}K_{49}$	5,50	5,78	5,68	5,65
		$N_{98}P_{56}K_{70}$	6,15	6,25	6,21	6,20
НСР ₀₅ , т/га		Фактор А	0,24	0,26	0,26	
		Фактор В	0,25	0,14	0,20	
		Фактор С	0,25	0,11	0,18	

По трем годам исследований, наилучшие показатели по урожайности зерна риса 6,79 т/га, 6,85 т/га и 6,77 т/га достигнуты по сорту Флагман, предшественник люцерна, при дозах минеральных удобрений N₉₈ P₅₆ K₇₀, что на 1,81 т/га, 1,32 т/га и 1,39 т/га соответственно выше, чем в варианте без удобрений. У сортов Регул и Кубояр при тех же дозах минеральных удобрений средняя за три года урожайность составила 5,76 и 6,20 т/га соответственно.

По технологическим свойствам зерна сорт Флагман в условиях Терско-Сулакской подпровинции также показал преимущество по сравнению с сортами Регул и Кубояр. В зерне этого сорта отмечено максимальное количество белка – 9,98%.

В настоящее время исследования по изучению различных технологических приемов возделывания сортов риса в условиях Терско-Сулакской подпровинции продолжаются.

Литература:

1. Гичиев И.Г. Динамика питательных веществ в луговой почве Терско-Сулакской низменности в связи с применением азотных удобрений под рис. / Ж. Агрохимия. – 1972. – № 11. – С. 37-40.
2. Магомедов Н.Р., Мажидов Ш.М., Казиметова Ф.М., Тимошенко В.И. Роль многолетних трав в повышении плодородия лугово-каштановых почв и урожайности риса в Дагестане. / Ж. Вестник Российской Академии сельскохозяйственных наук. – 2011. - № 4. – С. 16-17.
3. Магомедов Н.Р. Агробиологическое обоснование применения органических и минеральных удобрений под рис в условиях Терско-Сулакской подпровинции Дагестана. / Ж. Проблемы развития АПК региона. – 2019, - № 4. – С. 84-89.
4. Магомедов Н.Р., Казиметова Ф.М., Сулейманов Д.Ю., Абдуллаев А.А. Безгербицидная технология возделывания риса в Дагестане. / Ж. Рисоводство – 2019. - № 2 (43). - С. 57-60.
5. Магомедов Н.Р., Казиметова Ф.М., Сулейманов Д.Ю., Абдуллаев А.А. Формирование урожая новых сортов риса в условиях Терско-Сулакской подпровинции Дагестана. / Ж. Плодородие. – 2020. - № 4. – С. 56-59.
6. Магомедов Н.Р., Казиметова Ф.М., Сулейманов Д.Ю., Абдуллаев А.А. Рост и развитие растений риса в зависимости от условия возделывания в Терско-Сулакской подпровинции Дагестана / Ж. Зерновое хозяйство России. – 2020. - № 5 (71). – С. 3-8.
7. Республиканская программа «Развитие сельского хозяйства и регулирование рынков сельхозпродукции, сырья и продовольствия на 2014-2020 годы».
8. Статистический сборник МСХ и П Республики Дагестан, 2020г.
9. Увайсов М.Д., Казиметова Ф.М. Технология возделывания риса сорта Дагестан / Рекомендации. – Махачкала. – 1988. – 12 с.

DOI: 10.33775/conf-2021-307-310

УДК 631.8

ЭФФЕКТИВНОЕ ПЛОДОРОДИЕ В ПОСЕВАХ КУКУРУЗЫ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ БИОПРЕПАРАТОВ

Чевердин Ю.И., Чевердин А.Ю.

*Воронежский федеральный аграрный научный центр,
Каменная Степь*

Аннотация. Для получения стабильных и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур необходима достаточная обеспеченность почв элементами минерального питания. В статье отражены результаты исследования эффективности использования биопрепаратов в посевах кукурузы.

Ключевые слова: плодородие, посевы кукурузы, биопрепараты, азотное удобрение, микробные штаммы.

DOI: 10.33775/conf-2021-307-310

UDC 631.8

EFFECTIVE FERTILITY IN CORN CROPS USING BIOLOGICAL PRODUCTS

Cheverdin Yu.I., Cheverdin A.Yu.

Voronezh Federal Agrarian Scientific Center, Kamennaya Steppe

Abstract. To obtain stable and sustainable crop yields, a sufficient supply of soil with mineral nutrition elements is required. With insufficient resource provision, the issue of finding ways to stabilize soil fertility is currently acute. The article reflects the results of a study of the effectiveness of the use of biological products in corn crops.

Key words: fertility, corn crops, biopreparations, nitrogen fertilizer, microbial strains.

При недостаточной ресурсной обеспеченности в настоящее время остро стоит вопрос поиска путей стабилизации почвенного плодородия. Одним из перспективных направлений в этом отношении может быть применение ассоциативных микробных препаратов. Их применение может оптимизировать обеспеченность растений элементами питания [1-3].

В связи с этим нами проведены исследование эффективности микробных штаммов на посевах кукурузы, возделываемой на зерно.

Опыты проведены в Воронежском федеральном аграрном научном центре. Почва опытного участка - чернозем обыкновенный среднемощный среднегумусный. Микробные препараты применялись для предпосевной обработки семян в день посева. Схема опыта представлена в таблице. Кукуруза - сорт Российская 1. Густота посева 70 тыс. растений на гектар. Микробные препараты получены из ВНИИ с-х микробиологии.

Проведенные наблюдения за динамикой изменения содержания минеральных элементов показывают неоднозначную роль микробных штаммов. В начале вегетации предпосевная инокуляция семян кукурузы приводила к снижению содержания нитратного азота на неудобренном фоне. Высокое значение отмечено на контрольном варианте без обработки семян – 19,8 мг/кг (см. табл.). Использование ассоциативных штаммов снижало количество нитратного азота - до 16,3-17,5. За исключением штамма 8 на котором величина N-NO₃ была на уровне контроля – 19,5 мг/кг. Причина снижения азотной пищи на неудобренном фоне связана с положительной ролью ассоциативных штаммов, улучшающих поступление азота в растения кукурузы.

На фоне применения азотного удобрения микробные штаммы в большинстве случаев увеличивали содержание нитратного азота – с 27,6 до 29,9-33,1 мг/кг.

Величина доступного в фазу 5-7 листьев кукурузы фосфора увеличивалась у всех вариантов независимо от уровня минерального питания. При этом на фоне азотного удобрения отмечено некоторое увеличение содержания фосфора. На естественном фоне у контроля (необработанные семена) количество P₂O₅ было на уровне 121 мг/кг, а у вариантов с инокуляцией повышалось до 128-134 мг/кг. На фоне азотного удобрения соответственно с 129 до 130-144 мг/кг.

Аналогичная закономерность характерна и для обеспеченности доступным калием. В начале вегетации микробные штаммы повышали содержание калия с 156 до 160-174 мг/кг. На удобренном фоне - с 180 до 183-198 мг/кг.

К середине вегетации характер обеспеченности и влияния микробных штаммов несколько изменялся. Микробные штаммы на естественном неудобренном фоне способствовали росту содержания

нитратного азота по отдельным штаммов. Содержание N-NO₃ у контроля (без инокуляции) было на уровне 10,9 мг/кг. У вариантов с ассоциативными штаммами повышалось до 11,7-13,0мг/кг.

Таблица. Содержание элементов питания под посевами кукурузы в фазу 5-7 листьев, мг/кг

Вариант	Штаммы	N-NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O
Б/у	Контроль – необработанные семена	19,8	121	156
	Шт.7	17,3	118	150
	Шт.8	19,5	134	167
	Шт.17-1	16,3	128	165
	Шт.30	17,5	121	160
	Шт.18-5	17,6	129	172
	Шт.204	17,3	134	174
N30	Контроль – необработанные семена	27,6	129	180
	Шт.7	29,9	126	171
	Шт.8	26,8	143	173
	Шт.17-1	34,6	143	183
	Шт.30	26,8	130	177
	Шт.18-5	33,1	144	198
	Шт.204	32,2	138	187

Такая же картина характерна и для фона азотного удобрения, но при более высоких абсолютных значениях. У контроля количество азота составило 12,9 мг/кг. Микробные штаммы способствовали повышению содержания нитратного азота до 14,0-22,4 мг/кг.

Обеспеченность доступным фосфором в эту фазу вегетации была высокой и не зависела от применяемых штаммов и уровня удобрения. На безудобренном фоне варьировала от 138 (контроль) до 127-137 мг/кг у вариантов с инокуляцией. На фоне N30 соответственно от 137 до 134-143 мг/кг.

Аналогичная картина характерна и обеспеченности растений кукурузы доступным фосфором в эту фазу вегетации (цветения).

Таким образом, применение ассоциативных микробных штаммов в посевах кукурузы в условиях Центрального Черноземья изменяет обеспеченность почв элементами минерального питания. Судя

по динамике изменения содержания нитратного азота, можно предположить улучшение транспорта почвенного азота в растения в начале вегетации. Это обусловлено положительной ролью инокулянтов. По мере развития растений в течение вегетации биопрепараты способствуют росту содержания азота в прикорневой зоне кукурузы.

Литература:

1. Брескина Г.М., Чуян Н.А., Панкова Т.И. Действие биопрепаратов на рост и развитие сельскохозяйственных культур // Земледелие. - 2021. - №3. - С.27-30. DOI:10.24411/0044-3913-2021-10306
2. Чуян Н.А. Опыт применения биопрепаратов в сельскохозяйственном производстве: эффективность и проблемы // Актуальные проблемы почвоведения, экологии и земледелия. Сборник докладов XV Международной научно-практической конференции Курского отделения МОО «Общество почвоведов имени В.В. Докучаева». 2020. Издательство: ФГБНУ «Курский ФАНЦ». - С.432-436.
3. Кожемяков А.П. Агротехнологические основы создания усовершенствованных форм микробных биопрепаратов для земледелия / А.П. Кожемяков, Ю.В. Лактионов, Т.А. Попова, А.Г. Орлова, А.Л. Кокорина, О.Б. Вайшла, Е.В. Агафонов, С.А. Гужвин, А.А. Чураков, М.Т. Яковлева//Сельскохозяйственная биология. – 2015. - №3. – т.50. – С.369-376.

DOI: 10.33775/conf-2021-311-316
УДК 631.81

ВЫНОС УРОЖАЕМ РИСА ЭЛЕМЕНТОВ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ ПРИ СЕНИКАЦИИ ПОСЕВОВ

*Шеуджен А.Х.^{1,2}, Бондарева Т.Н.^{1,2}, Хачмамук П.Н.¹,
Максименко Е.П.¹, Галай Н. С.¹*

¹ФГБНУ «ФНЦ риса», г. Краснодар

²ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет
им. И.Т. Трубилина», г. Краснодар
e-mail: bondarevatatjna@mail.ru

Аннотация. При сеникации растений риса в урожае основной и побочной продукции повышается содержание входящих в состав сениканта элементов. Одновременно с этим наблюдается усиление аттракции биогенных элементов из вегетативных органов в зерновки. Увеличивается хозяйственный вынос элементов питания урожаем. Происходит это из-за роста урожая и меньшей степени вследствие повышения их содержания в растениях.

Ключевые слова: рис, сеникация, содержание в растениях элементов питания, вынос элементов питания.

DOI: 10.33775/conf-2021-311-316
UDC 631.81

REMOVAL OF MINERAL NUTRITION ELEMENTS BY THE RICE CROP DURING CROP SENIFICATION

*Sheudzen A.Kh.^{1,2}, Bondareva T.N.^{1,2}, Khachmamuk P.N.¹,
Maksimenko E.P.¹, Galay N.S.¹*

¹FSBSI «Federal Scientific Rice Centre», Krasnodar

²Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
«Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin», Krasnodar
e-mail: bondarevatatjna@mail.ru

Abstract. When rice plants are senicated, the content of the elements that make up the senicant increases in the yield of the main and by-products. At the same time, there is an increase in the attraction of biogenic elements from the vegetative organs of the plant to the seeds. The economic removal of nutritional elements by the yield increases. This is due to the growth of the yield and to a lesser extent due to an increase in their content in plants.

Keywords: rice, senification, the content of nutritional elements in plants, the removal of nutritional elements.

Целенаправленное регулирование оттока пластических веществ из листьев и стеблей в генеративные органы является узловым звеном управления продуктивностью растения. Как известно, пластические вещества аттрагируются в созревающие плоды и семена далеко не полностью, поскольку их значительная часть остается в вегетативных органах до полного завершения онтогенеза. Поэтому и зародилась идея ускорения старения листьев с целью более интенсивного «выкачивания» из них пластических веществ. Агроприем, обеспечивающий ускоренное завершение растениями своего жизненного цикла без снижения их продуктивности, получил название сеникации [1,2, 3].

Цель исследований. Оценить вынос биогенных элементов урожаем риса при воздействии на растения в фазе молочно-восковой спелости зерна различными сеникантами, ускоряющими созревания.

Методика. Исследования проводились в зоне рисосеяния Краснодарского края на лугово-черноземной почве. Сорт риса Хазар, предшественник - оборот пласта многолетних трав, удобрение – $N_{150}P_{120}K_{75}$. Сеникацию выполняли в фазе молочно-восковой спелости зерна путем опрыскивания растений водными растворами мочевины (20 кг/га) и аммонийной селитры (15 кг/га) с добавлением марганца (400 г/га) и селена (200 г/га). Норма расхода рабочего раствора 400 л/га. Содержание в растениях азота, фосфора и калия определяли по методу Куркаева, марганца – после сухого озоления при температуре $525 \pm 25^\circ C$ атомно абсорбционным методом, селена – флуориметрическим методом с 2,3-диаминонафталином (по Ермакову).

Результаты и обсуждение. Содержание азота в надземных вегетативных органах контрольных и опытных растений риса существенно не различалось (табл. 1). Четко выраженной закономерности в действии сеникации на этот показатель не установлено. Иная закономерность имеет место в отношении содержания этого элемента в зерне. В зависимости от состава сениканта содержание азота в зерне риса возрастало на 0,01–0,04 %. Наилучшие условия для его накопления создавались при включении в состав сениканта марганца. Такое позитивное действие данного микроэлемента не зависело от формы азотного компонента.

Вынос азота побочной продукцией урожая при сеникации растений риса в фазе молочно-восковой спелости в зависимости от состава сениканта увеличивался на 1,62–4,02 кг/га, основной – на 0,86–11,02 кг/га, или на 3,0–7,4 % и 0,9–11,9 %. Увеличение выноса произошло как за счет повышения содержания азота в урожае, так и роста урожай-

ности. В зависимости от состава сениканта хозяйственный вынос азота урожаем риса вырос на 3,77–14,51 кг/га, или на 2,6–9,8 %. Величина хозяйственного выноса этого элемента была максимальной при сеникации посевов раствором аммонийной селитры с добавлением марганца ($\text{NH}_4\text{NO}_3+\text{Mn}$). Применение иных сеникантов хотя и сопровождалось ростом этого показателя по сравнению с контролем, но в меньшей мере.

Таблица 1. Содержание азота в растениях риса и вынос его урожаем при сеникации посевов в фазе молочно-восковой спелости

Вариант (сеникант)	Содержание, % сухой массы		Вынос, кг/га		
	листья + стебли	зерно	листья + стебли	зерно	хозяйст- венный
Контроль	0,66	1,12	54,73	92,88	147,61
$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$	0,67	1,13	56,35	95,03	151,38
$\text{CO}(\text{NH}_2)_2+\text{Mn}$	0,66	1,15	56,81	98,98	155,79
$\text{CO}(\text{NH}_2)_2+\text{Se}$	0,67	1,14	55,09	93,74	148,83
NH_4NO_3	0,68	1,14	58,75	98,50	157,25
$\text{NH}_4\text{NO}_3+\text{Mn}$	0,65	1,16	58,22	103,90	162,12
$\text{NH}_4\text{NO}_3+\text{Se}$	0,68	1,13	57,46	95,48	152,94

Фосфор. Под воздействием сеникации растений риса в фазе молочно-восковой спелости усиливается аттракция фосфора из вегетативных органов в зерновки. Это подтверждается меньшим, чем в контроле его содержанием в листьях и стеблях растений и большим – в зерне (табл. 2). Наиболее благоприятные условия для реутилизации фосфора обеспечивала сеникация аммонийной селитрой модифицированной марганцем. Несколько уступал в этом плане раствор мочевины модифицированный марганцем.

Сеникация растений отразилась на выносе фосфора урожаем риса. В зависимости от состава сениканта хозяйственный вынос этого элемента урожаем риса вырос на 0,66–4,58 кг/га, или 0,8–5,8 %. Это свидетельствует о повышении под воздействием сеникантов степени использования растениями фосфора внесенных удобрений. Кроме того необходимо отметить, что листостебельной массой растений подвергнутых сеникации фосфора выносятся на 2,2–15,2 % меньше, чем контрольных, а зерном – на 2,1–14,4 % больше. Учитывая, что рисовая солома служит одним из источников пополнения почв рисовых полей фосфором, при ее отчуждении с рисового поля потребность во внесении фосфорных удобрений под последующие культуры севооборота возрастает. На это следует обратить особое внимание.

Таблица 2. Содержание фосфора в растениях риса и вынос его урожаем при сеникации посевов в фазе молочно-восковой спелости

Вариант (сеникант)	Содержание, % сухой массы		Вынос, кг/га		
	листья + стебли	зерно	листья + стебли	зерно	хозяйст- венный
Контроль	0,28	0,68	23,22	56,39	79,61
CO(NH ₂) ₂	0,27	0,69	22,71	58,03	80,74
CO(NH ₂) ₂ +Mn	0,24	0,71	20,66	61,11	81,77
CO(NH ₂) ₂ +Se	0,27	0,70	22,71	57,56	80,27
NH ₄ NO ₃	0,26	0,70	22,46	60,48	82,94
NH ₄ NO ₃ +Mn	0,22	0,72	19,70	64,49	84,19
NH ₄ NO ₃ +Se	0,25	0,70	21,12	59,15	80,27

Калий. Сеникация посевов риса в фазе молочно-восковой спелости положительно сказывалась на калийном статусе растений: содержание его в надземных органах и зерне возрастало соответственно на 0,02–0,05 и 0,01–0,02 % (табл. 3). Рост урожая и увеличение содержания калия в вегетативных органах растений и зерне риса при сеникации посевов привели к повышению выноса его побочной и основной продукцией соответственно на 1,13–17,09 кг/га или на 0,7–10,8 % и 0,60–3,91 кг/га или на 2,3–14,7 %. Общий вынос калия урожаем риса вырос на 1,73–21,00 кг/га, или 0,90–11,4 %. Более интенсивное вовлечение калия в метаболические процессы в конце онтогенеза растения и связанное с ним увеличение его хозяйственного выноса урожаем риса является одним из механизмов действия сеникации.

Таблица 3. Содержание калия в растениях риса и вынос его урожаем при сеникации посевов в фазе молочно-восковой спелости

Вариант (сеникант)	Содержание, % сухой массы		Вынос, кг/га		
	листья + стебли	зерно	листья + стебли	зерно	хозяйст- венный
Контроль	1,90	0,32	157,57	26,54	184,11
CO(NH ₂) ₂	1,92	0,33	161,47	27,75	189,22
CO(NH ₂) ₂ +Mn	1,94	0,34	166,98	29,26	196,24
CO(NH ₂) ₂ +Se	1,93	0,33	158,70	27,14	185,84
NH ₄ NO ₃	1,93	0,33	166,75	28,51	195,26
NH ₄ NO ₃ +Mn	1,95	0,34	174,66	30,45	205,11
NH ₄ NO ₃ +Se	1,94	0,33	163,93	27,88	191,81

Марганец. Преобладающая часть марганца в растениях риса сосредоточена в надземных вегетативных органах, в зерне его шесть и более раз меньше (табл. 4). Сеникация существенно не сказалась на величине этого соотношения. Сениканты, в состав которых входит марганец, не зависимо от формы соединений азотного компонента увеличивали его содержание в вегетативных органах и зерне риса соответственно на 10,1–11,2 % и 1,4–2,7 %. Не содержащие марганец сениканты такого действия не оказывали. С введением в состав сениканта марганца отчуждение его с урожаем риса возрастает. Происходит это преимущественно за счет увеличения выноса марганца с побочной продукцией урожая. На вынос марганца в большей мере влияли сениканты на основе аммонийной селитры, под воздействием которых он увеличивался на 2,5–18,5 %. Наибольший его вынос с урожаем риса отмечен при обработке растений сеникантами содержащими в своем составе марганец. Хозяйственный вынос марганца с урожаем риса возрастал по сравнению с контролем на 22,79 г/га (13,2 %) если основным компонентом сеникации была мочевина и 31,99 г/га (18,5 %) – аммонийная селитра.

Таблица 4. Содержание марганца в растениях риса и вынос его урожаем при сеникации посевов в фазе молочно-восковой спелости

Вариант (сеникант)	Содержание, мг/кг сухой массы		Вынос, г/га		
	листья + стебли	зерно	листья + стебли	зерно	хозяйст- венный
Контроль	178,4	29,6	147,95	24,55	172,50
CO(NH ₂) ₂	177,8	28,8	149,53	24,22	173,75
CO(NH ₂) ₂ +Mn	196,5	30,4	169,13	26,16	195,29
CO(NH ₂) ₂ +Se	179,3	29,8	147,44	24,50	171,94
NH ₄ NO ₃	178,9	29,5	154,57	25,49	180,06
NH ₄ NO ₃ +Mn	198,3	30,0	177,62	26,87	204,49
NH ₄ NO ₃ +Se	180,0	29,2	152,10	24,67	176,77

Селен. Сеникация растений в фазе молочно-восковой спелости практически не отражается на содержании в них селена, если он не присутствовал в составе сениканта (табл. 5). Включение селена в состав сениканта увеличивало содержание его в вегетативных органах растений и зерне соответственно на 0,04 и 0,03–0,04 мг/кг сухой массы, что составляет 22,2 и 12,5–16,7 % соответственно. Это значит, включение селена в состав сениканта не только усиливает сеницирующий эффект, но и способствует получению обогащенной им

продукции. Сеникация посевов риса модифицированными селеном азотными удобрениями (мочевина и аммонийная селитра) повышает вынос селена основной и побочной составляющими урожая соответственно на 0,23 (11,6 %) и 0,38 (19,1 %) г/га. Хозяйственный вынос этого элемента увеличился на 0,55 и 0,75 г/га или 15,8 % и 21,6 %.

Таблица 5. Содержание селена в растениях риса и вынос его урожаем при сеникации посевов в фазе молочно-восковой спелости

Вариант (сеникант)	Содержание, мг/кг сухой массы		Вынос, г/га		
	листья + стебли	зерно	листья + стебли	зерно	хозяйственный
Контроль	0,18	0,24	1,49	1,99	3,48
CO(NH ₂) ₂	0,17	0,25	1,43	2,10	3,53
CO(NH ₂) ₂ +Mn	0,16	0,25	1,38	2,16	3,54
CO(NH ₂) ₂ +Se	0,22	0,27	1,81	2,22	4,03
NH ₄ NO ₃	0,18	0,26	1,56	2,25	3,81
NH ₄ NO ₃ +Mn	0,18	0,26	1,61	2,33	3,94
NH ₄ NO ₃ +Se	0,22	0,28	1,86	2,37	4,23

Заключение. При сеникации растений риса в урожае основной и побочной продукции повышается содержание входящих в состав сениканта элементов. Одновременно с этим наблюдается усиление аттракции биогенных элементов из вегетативных органов растения в зерновки. Увеличивается хозяйственный вынос элементов питания урожаем. Происходит это из-за роста урожая и в меньшей степени вследствие повышения их содержания в растениях.

Литература

1. Шеуджен А.Х. Определение срока проведения сеникации на основе учета суммы эффективных температур / А.Х. Шеуджен, Т.Н. Бондарева, П.Н. Харченко, И.А. Дорошев, Х.Д. Хурум // Российская сельскохозяйственная наука. 2018. № 5. С. 8–13. DOI: 10.31857/S250026270000674-6.
2. Шеуджен А.Х. Сеникация – важный агротехнический прием / А.Х. Шеуджен, Т.Н. Бондарева. – Краснодар: ВНИИ риса, 2016. – 6 с.
3. Шеуджен А.Х. Регуляция оттока ассимилятов в зерновки для повышения продуктивности посевов риса (*Oryza sativa L.*) при выращивании у северной границы ареала культуры / А.Х. Шеуджен, Т.Н. Бондарева, П.Н. Харченко, И.А. Дорошев // Сельскохозяйственная биология, 2019. Т. 54. № 3. С. 512-527. DOI: 10.15389/agrobiology.2019.3.512rus.

DOI: 10.33775/conf-2021-317-320

УДК 631.4: 631.445: 631.811

**СОДЕРЖАНИЕ ОБМЕННОГО КАЛИЯ В ГИДРОМОРФНЫХ
ПОЧВАХ КАМЕННОЙ СТЕПИ**

Чевердин Ю.И., Титова Т.В., Беспалов В.А.

*ФГБНУ «Воронежский Федеральный аграрный научный центр
им. В.В. Докучаева», Каменная Степь*

Аннотация. На протяжении всей истории развития человечества одной из актуальных задач остается сохранение и повышение плодородия почв. В результате антропогенного воздействия на почвы широко распространились деградиационные процессы, одним из которых выступает переувлажнение. В связи с поднятием в условиях Центрально-Черноземной зоны почвенно-грунтовых вод произошли изменения направленности почвообразовательных процессов.

Ключевые слова: гидроморфные почвы, калий, мониторинговые исследования, чернозем обыкновенный, интенсивностью увлажнения.

DOI: 10.33775/conf-2021-317-320

UDC 631.4: 631.445: 631.811

**THE CONTENT OF EXCHANGEABLE POTASSIUM IN
HYDROMORPHIC SOILS OF KAMENNAYA STEPPE**

Cheverdin Yu.I., Titova T.V., Bepalov V.A.

FSBSI V.V. Dokuchaev Federal Agrarian Scientific Center, Kamennaya Steppe

Abstract. Throughout the history of human development, one of the urgent tasks remains to preserve and increase soil fertility. As a result of anthropogenic impact on soils, degradation processes have spread widely, one of which is waterlogging. In connection with the rise of soil and ground waters in the conditions of the Central Chernozem zone, changes in the direction of soil-forming processes took place.

Key words: hydromorphic soils, potassium, monitoring studies, ordinary chernozem, moisture intensity.

Главной особенностью современного развития почв является многостороннее и многогранное антропогенное воздействие на почвообразовательный процесс [2].

Преобразование степного ландшафта в агролесоландшафты в течение XX века способствовало изменению сочетания факторов почвообразования, спровоцировало антропогенную трансформацию свойств черноземов под пашней и новый этап эволюционного развития автоморфных черноземов в полугидроморфные и гидроморфные почвы. Это оказало существенное влияние на почвенное плодородие.

Важным фактором, влияющим на плодородие почв, является содержание элементов питания в почвах, в качестве которых выступают подвижные азот, фосфор и калий.

В качестве объектов исследования выступали следующие почвы: чернозем обыкновенный (чернозем сегрегационный) (Р-4); лугово-черноземная почва на равнинном повышении (агрочернозем гидрометаморфизованный) (Р-2); черноземно-луговая солончаковатая почва на равнинном понижении (Р-1); черноземно-луговая солончаковатая почва в ложбинообразном понижении (Р-3) (последние два объекта – гумусово-гидрометаморфические засоленные почвы).

В почвах всех объектов исследований проводилось определение подвижных форм калия в свежих почвенных образцах по общепринятой методике (обменный калий – по В.Ф. Чирикову ГОСТ 26204–91), по глубинам 0-20; 20-30; 30-50; 50-70; 70-100 см, позволяющее судить о почвенном плодородии вышеназванных объектов.

Чернозем автоморфный характеризовался более высоким содержанием обменного калия. В его почвенном профиле отмечалось закономерное снижение содержания количества обменного калия с глубиной. Минимальное количество обменного калия было характерно для залежных участков, что, видимо, связано с тем, что естественное сложение почв естественных биоценозов без ежегодного механического перемешивания верхних горизонтов и ежегодное высокое поступление корневых остатков приводило к стабилизации почвенных процессов и закреплению калия в необменной форме.

Особенности водного режима и функционирования комплекса переувлажненных почв наложили свой отпечаток на формирование элементов плодородия. В лугово-черноземной почве на равнинном повышении (агрочернозем гидрометаморфизованный), черноземно-луговой солончаковатой почве в ложбинообразном понижении (гумусово-гидрометаморфической засоленной почве) с глубиной содержание обменного калия падает (рис.). В черноземно-луговой солончаковатой почве на равнинном понижении (гумусово-гидрометаморфической засоленной почве) содержание обменного калия также падает с глубиной [1].

Мониторинговые исследования почвенного плодородия продолжались и в 2020 году. Нами проводились наблюдения в течение вегетационного периода за содержанием нитратного азота, подвижного фосфора и обменного калия в слое 0-30 см почвы на объектах, различных по интенсивности грунтового увлажнения.

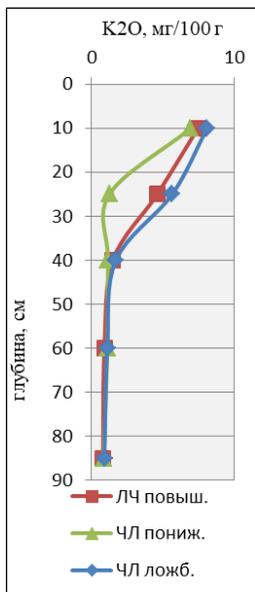


Рисунок. Содержание обменного калия в почвах сезонно переувлажненного комплекса западнее л.п. № 131

Исследования, проведенные нами в 2020 г. на вариантах почв с различным грунтовым увлажнением почвенного профиля и различной ландшафтной принадлежностью, показали, что на всех вариантах максимальные значения содержания обменного калия за весь вегетационный период отмечены в июне. Абсолютно максимальное значение в июне (17 мг/100 г) отмечено в лугово-черноземной почве равнинного повышения (Р-2) комплекса почв западнее лесной полосы № 131.

На начало вегетационного периода максимальные запасы обменного калия отмечены в гидроморфной черноземно-луговой почве равнинного и ложбинообразного понижения вариантов Р-1 и Р-3 – 14,1 и 13,2 мг/100 г соответственно. Одинаково низкие запасы на комплексе возле 131 лесополосы отмечены в почвах с меньшей степенью грунтового увлажнения – на вариантах Р-2 (ЛЧ) и Р-4 (ЧО). На этих вариантах схож и сценарий изменения содержания обменно-

го калия. Сначала в июне оно возрастает до максимальных значений, к июлю идет на спад и достигает минимума в августе. Для вариантов черноземно-луговых почв понижений (Р-1 и Р-3) картина немного иная: с мая по июнь содержание обменного калия остается практически неизменным, и лишь к концу вегетационного периода снижается.

В результате наших исследований было установлено, что на вариантах с одинаковым подтипом почв, схожим режимом увлажнения, но расположенных на различных элементах ландшафта содержание обменного калия различается. Пахотный участок водораздельного плато достоверно отличается более высоким содержанием калия, по сравнению со склоновым. Можно констатировать, что количество доступного для растений калия связано с интенсивностью увлажнения пахотных почв, а также с их ландшафтной принадлежностью.

Выводы. Таким образом, минимальное количество обменного калия было характерно для переувлажненных участков (черноземно-луговой почвы равнинного понижения). Максимальное количество – для менее переувлажненных почв (лугово-черноземной почвы на равнинном повышении). Особенности водного режима и функционирования комплекса переувлажненных почв наложили свой отпечаток на формирование элементов плодородия. Во всех почвах переувлажненного комплекса западнее л.п. № 131 содержание обменного калия падало с глубиной. В проведенных нами исследованиях 2020 г. лучшая обеспеченность обменным калием отмечена на пахотных участках полугидроморфных и гидроморфных почв западнее лесной полосы №131 по сравнению с черноземом обыкновенным (Р-4) в мае-июне. В июле-августе происходило наоборот – лучшая обеспеченность была у чернозема обыкновенного (Р-4). Можно констатировать увеличение содержания обменного калия во всех почвах комплекса со временем. Количество доступного для растений калия связано с интенсивностью увлажнения пахотных почв, а также с их ландшафтной принадлежностью.

Литература

1. Чевердин Ю.И., Титова Т.В. Гидроморфные почвы Каменной Степи: Монография. – Воронеж: издательство «Истоки», 2020. – 253 с. – С. 191; 192.
2. Чевердин Ю.И. Изменение свойств почв юго-востока Центрального Черноземья под влиянием антропогенного воздействия: Монография. – Воронеж: издательство «Истоки», 2013. – 335 с. – С. 7.

DOI: 10.33775/conf-2021-321-326

УДК 631.8: 633.18

НЕКОРНЕВЫЕ ПОДКОРМКИ СОРТОВ РИСА И ТЕХНОЛОГИЯ ИХ ПРОВЕДЕНИЯ

Белоусов И.Е.

ФГБНУ «Федеральный научный центр риса», г. Краснодар

Аннотация. В условиях полевых и производственных опытов изучалась эффективность некорневых подкормок районированных сортов риса удобрениями различного состава. Приведена классификация удобрений для некорневых подкормок, определены оптимальные сроки их внесения, показана отзывчивость сортов риса на некорневые подкормки.

Ключевые слова: рис, сорта, удобрения, некорневые подкормки, технология.

DOI: 10.33775/conf-2021-321-326

UDC 631.8: 633.18

Abstract. In the context of field and production experiments, the effectiveness of non-root fertilization of districted rice varieties with fertilizers of different compositions was studied. The classification of fertilizers for non-root fertilization has been given, the optimal timing of their introduction has been determined, and the responsiveness of rice varieties for non-root fertilization is shown.

Key words: rice, varieties, fertilizers, non-root fertilization, technology.

Внедрение в производство сортов риса с высокой потенциальной продуктивностью позволило значительно повысить урожайность и валовые сборы этой культуры. Реализация их потенциала невозможна без обеспечения полного и сбалансированного минерального питания растений. Если потребность в макроэлементах удовлетворяется в той или иной степени за счет внесения однокомпонентных удобрений в почву или корневые подкормки, а также, за счет почвенного плодородия, то обеспечить растения необходимыми им мезо- и микроэлементами можно путем проведения некорневых подкормок.

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 позволя-

ет обеспечить сбалансированность минерального питания растений, своевременно устранить дефицит того или иного элемента питания, избегая, в то же время, избыточного применения удобрений.

В рисоводстве для некорневых подкормок используются удобрения, которые имеют в своем составе легкодоступные растениям макро- и микроэлементы в хелатной форме. Ассортимент удобрений для некорневых подкормок весьма обширен, в их составе могут присутствовать как отдельные макро-, мезо- или микроэлементы, так и всевозможные их сочетания. Условно их можно разделить на следующие категории:

1. Регуляторы роста. К ним относятся удобрения, предназначенные для активизации наиболее важных метаболических реакций, повышающих энергию прорастания и полевую всхожесть семян, устойчивость к неблагоприятным условиям внешней среды, рост корневой системы, листовой поверхности. Содержат биологически активные вещества в различном сочетании, возможно добавление в состав микроэлементов. Применяются для обработки семян и (или) некорневых подкормок вегетирующих растений.

2. Жидкие минеральные комплексы. Предназначены для корректировки дефицита элементов минерального питания и достижения определенного направленного эффекта (повышение урожайности и качественных показателей, устранение негативных последствий несбалансированного минерального питания и т.д.). Повышают усвоение растениями элементов минерального питания из почвы. Содержат, как правило, макроэлементы в значительных концентрациях (более 10 % д.в.). Применяются в некорневые подкормки в критические периоды роста и развития. К ним относятся:

- **азотное** – жидкое комплексное удобрение, содержащее в хелатной форме 20 % азота, 1,5 % магния и 1 % серы. Предназначено для корректировки минерального питания азотом, увеличивает вегетативную массу в первой половине вегетации;

- **азотно-фосфорное** – жидкое удобрение с высоким содержанием азота (8 %) и фосфора (24 %). Корректирует дефицит азота и фосфора, усиливает формирование протеинов и белков, стимулирует фотосинтез и передачу энергии;

- **фосфорно-калийное** – жидкое удобрение, содержащее 18 % фосфора и 16 % калия в форме фосфита калия ($\text{KН}_2\text{PО}_3$), салициловую кислоту и бетаины. Способствует выработке защитных механизмов на клеточном уровне, снижающих влияние стрессовых фак-

торов на метаболизм растений. Обеспечивает балансировку минерального питания растений, устраняет дефицит фосфора и калия.

- **калийное** – содержит 13 % фосфора, 18 % калия и 0,05 % кремния в хелатной форме. Усиливает синтез и транспортировку углеводов, фотосинтез, снижает стресс от переизбытка азота, уменьшает риск полегания, повышает сопротивляемость к болезням;

- **поликомпонентное** – сбалансированное по составу комплексное удобрение, содержащее по 10 % азота, фосфора и калия в хелатной форме в комплексе с микроэлементами. Предназначено для коррекции минерального питания.

3. Корректоры дефицита элементов питания. Предназначены для устранения дефицита элементов минерального питания, увеличивают ферментативную активность в растениях, повышают усвоение элементов минерального питания из почвы. Могут содержать как макро-, так и микроэлементы. Применяются в некорневые подкормки в критические периоды роста и развития. К ним относятся:

- **молибденовое** – содержит 8 % молибдена в хелатной форме. Увеличивает синтез и обмен белковых веществ, усиливает мобилизацию молекулярного азота, повышает стрессоустойчивость;

- **кремниевое** – содержит 7 % калия и 17 % кремния в хелатной форме. Уменьшает риск полегания, повышает сопротивляемость к болезням;

- **боросодержащее** – содержит 5 % азота и 15 % бора. Устраняет дефицит бора, усиливает цветение, оплодотворение и формирование завязей, повышает стрессоустойчивость;

- **цинковое** – содержит 2 % азота и 7 % цинка. Устраняет дефицит цинка, регулирует белковый, углеводный, фосфорный обмен, усиливает биосинтез гормонов роста, синтез хлорофилла, повышает стрессоустойчивость;

- **серное** – содержит 6 % азота и 50 % серы. Устраняет дефицит серы, усиливает синтез аминокислот и белков, усиливает фиксацию азота ризобактериями у бобовых культур, ингибирует процессы утилизации почвенного азота;

- **марганцевое** – содержит 5 % азота и 5,5 % марганца. Устраняет дефицит марганца, усиливает процесс фотосинтеза и синтез белков, усиливает образование хлорофилла, повышает стрессоустойчивость.

Кроме вышеперечисленных производятся удобрения, содержащие **магний, железо, медь, кальций, йод**, а также различные смеси микроэлементов.

4. Органоминеральные удобрения. Многокомпонентные полифункциональные органоминеральные комплексы, содержащие макро- и микроэлементы, гуминовые и фульвокислоты, ростовые вещества природного происхождения, аминокислоты и полисахариды. Стимулируют рост и развитие растений, интенсифицируют обменные процессы, повышают продуктивное кущение, активизируют фотосинтез, восполняют дефицит элементов минерального питания. Применяются для обработки семян и (или) некорневых подкормок вегетирующих растений.

5. Специальные удобрения. Поликомпонентные удобрения, разработанные с учетом потребностей отдельных видов сельскохозяйственных культур. Содержат 19 % азота в сочетании с различными микроэлементами, состав и концентрация которых меняется в зависимости от потребностей той или иной культуры. К ним относятся универсальные удобрения (может применяться на всех культурах), удобрения для зерновых, масличных, кукурузы, свеклы, бобовых, овощных, плодовых, винограда и др. культур.

Выбор вида удобрения зависит как от планируемого срока его применения, так и от преследуемой цели. Эффективность применения удобрения в значительной мере определяется сроком и дозой его внесения. Применительно к удобрениям для некорневой подкормки это означает установление оптимального срока внесения (как правило, это зависит от его состава, который определяет механизм воздействия удобрения на растительный организм), кратности внесения (1 раз за вегетацию или более) и применяемой дозировки. 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. В свою очередь, для удобрений, стимулирующих потребление азота в растениях, оптимальный срок внесения в возрасте 4-5 листьев у риса [1,5]. Как известно, с началом фазы кущения у риса начинается период активного потребления азота, необходимого для его роста и развития. Технологически, в период от 2 до 4 листьев в производстве выполняются 1 азотная подкормка посевов и сразу за ней – химическая прополка. С последней операцией можно совместить некорневую подкормку. Если же, в силу сильной засоренности посевов, химическая прополка выполнялась до корневой подкормки, то некорневая подкормка совмеща-

ется с профилактической обработкой против пирикуляриоза, а это как раз и есть возраст 4-5 листьев. С точки зрения обеспеченности растений минеральным питанием этот срок также оптимален: внесенный в первую корневую подкормку азот уже утилизирован растениями риса, а вторая корневая подкормка (если она предусмотрена на данном поле севооборота) будет проведена через 7-10 дней в возрасте 5-6 листьев. Исходя из вышесказанного, целесообразно рассматривать эффективность применения удобрений для некорневой подкормки не по их составу, а по срокам их применения.

Для снятия стресса от химической прополки «жесткими» гербицидами (Номини и аналоги) возможно добавление в рабочий раствор удобрений, содержащих макроэлементы (NPK) в невысоких концентрациях. Эффект проявляется в отсутствии временного замедления ростовых процессов в растениях в результате применения гербицида и получения прибавки урожайности порядка 0,1-0,2 т/га.

В возрасте 6-7 листьев наиболее эффективны удобрения, обеспечивающие балансировку минерального питания риса, и устранение дефицита того или иного его элемента [2,3,5]. Эти удобрения являются универсальными и обеспечивают прибавку урожайности вне зависимости от реакции сорта на уровень азотного питания. Данный параметр оказывает влияние только на величину дополнительно получаемого урожая.

Районированные сорта риса по-разному реагируют на внесение удобрений в некорневую подкормку, что обусловлено различиями в их реакции на уровень минерального питания. На сортах полунтенсивного типа высокую прибавку урожая на оптимальной дозе обеспечивает некорневая подкормка поликомпонентным, фосфорно-калийным, калийным, кремниевым и боросодержащим удобрениями. В проведенных опытах ее величина достигала 0,7 т/га и более. При избыточной дозе азота эффективность некорневой подкормки снижается: величина дополнительно полученного урожая была математически недостоверной или же незначительно превышала этот уровень.

На сортах универсального типа эффективность некорневых подкормок менее зависела от уровня азотного фона: высокие прибавки урожайности были получены как на пониженном, так и на оптимальном азотном фоне. В проведенных опытах они составили 0,61-1,35 т/га (6,85-15,15 %) [2,5].

Эффективность некорневых подкормок в фазу кушения тесно связана с уровнем азотного питания растений. Те удобрения, которые способствуют увеличению азотного статуса растений в фазу кушения (азот, молибден), будут более эффективны на пониженном азотном фоне, т.е. в условиях, когда дополнительное азотное питание оптимизирует потребность растений в этом элементе. Напротив, на оптимальной дозе азота (или при некотором его избытке) следует применять удобрения, позволяющие растениям эффективно утилизировать поступающий в них азот (бор, кремний), в том числе – дополнительно поступающие его количества (азотнофосфорное, азотнокалийное, фосфорнокалийное, калийное).

В фазу трубования применяются соединения, способствующие улучшению условий оплодотворения и плодоношения [4]. Эффект от некорневой подкормки бором практически не зависел от уровня азотного питания. Влияние этого элемента проявляется в основном в снижении количества пустых колосков на метелке, поэтому наибольший эффект проявляется на хорошо раскустившихся ценозах, т.к. условия созревания боковых метелок зачастую менее благоприятны. При низкой продуктивной кустистости, основную массу ценоза составляет главный побег, условия налива и созревания зерна в котором всегда лучше. Пустозерность таких побегов всегда ниже, соответственно меньше и влияние некорневой подкормки на этот признак, что обуславливает сравнительно невысокие величины получаемых в таких условиях прибавок.

Литература

1. Белоусов И.Е. Реакция сортов риса на некорневую подкормку азотом в зависимости от уровня азотного питания / И.Е. Белоусов //Рисоводство, - 2019. – № 2 (43). – С. 52-56.
2. Белоусов И.Е. Эффективность некорневых подкормок риса как элемента сортовой агротехники /И.Е. Белоусов, Н.М. Кремзин //Рисоводство, - 2017. – № 1 (34). – С. 20-26.
3. Белоусов И.Е., Кремзин Н.М. Эффективность некорневых подкормок риса в зависимости от реакции сорта на уровень азотного питания - //И.Е. Белоусов, Н.М. Кремзин //Рисоводство - 2018. – № 1 (38). – С. 44-51.
4. Белоусов И.Е. Эффективность некорневых подкормок боросодержащими комплексными удобрениями растений риса в зависимости от срока их проведения / И.Е. Белоусов // Междунар.науч.-практ. Интернет-конфер. «Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования» - с. Солёное Займище, ФГБНУ ПНИАЗ, 28 февраля 2019 г. – С. 405-410.
5. 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.

DOI: 10.33775/conf-2021-327-330

УДК 631:41:633.18

ИЗМЕНЕНИЕ АГРОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЛУГОВО-ЧЕРНОЗЁМНОЙ ПОЧВЫ В РИСОВОМ СЕВООБОРОТЕ С МНОГОЛЕТНИМИ ТРАВАМИ

Паращенко В.Н., Чижиков В.Н.

ФГБНУ «Федеральный научный центр риса», г. Краснодар

Аннотация. В статье приведены результаты исследований агрохимических показателей лугово-черноземной почвы в рисовом севообороте с многолетними травами.

Ключевые слова: агрохимические показатели, почва, севооборот, органические вещества, многолетние травы.

DOI: 10.33775/conf-2021-327-330

UDC 631:41:633.18

CHANGE OF AGROCHEMICAL INDICATORS OF MEADOW-CHERNOSEM SOIL IN RICE CROP ROTATION WITH PERENNIAL GRASSES

Paraschenko V.N., Chizhikov V.N.

FSBSI «Federal Scientific Rice Centre», Krasnodar

Abstract. The article presents the results of studies of agrochemical indicators of meadow-chernozem soil in rice crop rotation with perennial grasses.

Key words: agrochemical indicators, soil, crop rotation, organic matter, perennial grasses.

Введение. Возделывание риса в системе севооборота с многолетними травами позволяет пополнять почву органическим веществом и поддерживать её плодородие на высоком потенциальном уровне [3, 5, 6]. За последние десятилетия отмечено распространение рисовых севооборотов без многолетних трав. Это негативно влияет на пополнение почвы органическим веществом и сохранению её плодородия. Характерным примером этого является существенное снижение содержания гумуса и ухудшение водно-физических свойств на перегнойно-глеевой почве из-за отсутствия люцерны в рисовых севооборотах [2].

Цель исследования. Поддержание эффективного плодородия почвы при возделывании риса в современных условиях развития рисоводства.

Материалы и методы. Исследования проводили в 2015-2019 гг. в восьмипольном севообороте с многолетними травами и насыщенностью риса 62,5 % в опыте высевали сорт риса Рапан. Агротехнические мероприятия и режим орошения посевов осуществляли в соответствии

с рекомендациями ВНИИ риса [4]. Пробы почвы отбирали в весенний и осенний периоды (до внесения удобрений перед посевом риса) - апрель и после его уборки - октябрь. В них определяли: гумус по Тюрину, общий азот, подвижные формы фосфора и калия. Анализы проводили общепринятыми методами [1]. Полученные результаты анализа почвы приводили к средним значениям за изучаемый период.

Результаты и обсуждения. В наших исследованиях содержание гумуса в пахотном горизонте полей находилось в пределах 3,27-3,50 % с уменьшением по глубине почвы и практически не изменялось за сезонный период и по полям севооборота с многолетними травами (табл.1).

Содержание общего азота в основном так же зависело от глубины почвы и снижалось в слое 0-20- и 20-40 см от 0,242 до 0,190 %. Изменение содержания общего азота в почве полей севооборота незначительное и затрагивают только верхний слой почвы. Наряду с этим имелась тенденция снижению содержания общего азота к осеннему периоду (табл. 1).

Таблица 1 – Содержание гумуса и общего азота лугово-чернозёмной почвы по полям рисового севооборота, %

Поле севооборота	Слой почвы, см	Сроки отбора проб почвы			
		апрель		октябрь	
		гумус	азот	гумус	азот
Рис по пласту мн. трав	0-20	3,50	0,236	3,53	0,236
	20-40	3,28	0,190	3,31	0,182
Рис 2-й год после мн. трав	0-20	3,49	0,242	3,51	0,238
	20-40	3,28	0,180	3,26	0,180
Рис 3-й год после мн. трав	0-20	3,50	0,241	3,48	0,226
	20-40	3,40	0,190	3,30	0,173
Рис 1-й год после пара	0-20	3,48	0,256	3,51	0,231
	20-40	3,29	0,198	3,28	0,191
Рис 2-й год после пара	0-20	3,44	0,239	3,51	0,224
	20-40	3,27	0,191	3,28	0,186

В почве изучаемых полей севооборота обеспеченность фосфором была высокой как в весенний, так и осенний периоды. Наиболее высокое содержание фосфора имело место при возделывании риса по пласту и второй год после многолетних трав, в полях парового звена севооборота содержание фосфора было ниже чем в травяном. Такая зависимость по полям севооборота сохранилась и в осенний период, то есть количество фосфора оставалось на уровне его весеннего содержания (табл. 2.)

На протяжении периода вегетации риса так же более высокое содержание калия было при возделывании риса по пласту и второй год после многолетних трав. В осенний период (после уборки риса) их содержание по всем полям севооборота мело небольшую тенденцию к снижению.

Таблица 2 – Содержание подвижных соединений фосфора и калия в лугово-чернозёмной почве по полям севооборота в слое почвы 0-20 см, мг/кг.

Поле севооборота	Сроки отбора проб почвы			
	апрель		октябрь	
	фосфор	калий	фосфор	калий
Рис по пласту мн. трав	63,6	283,8	70,4	266,2
Рис 2-й год после мн. трав	57,9	261,4	60,1	260,2
Рис 3-й год после мн. трав	44,2	260,1	47,8	254,3
Рис 1 -й год после пара	43,1	269,4	53,6	260,7
Рис 2-й год после пара	41,0	262,1	46,8	258,4

Заключение. На основании проведённых исследований установлено, что применение в рисоводстве севооборотов с многолетними травами способствует воспроизводству производительной способности лугово-чернозёмной почвы в результате сохранения содержания гумуса и основных элементов минерального питания растений риса. При этом содержание гумуса в пахотном горизонте почвы стабилизируется на уровне 3,3-3,5 %, а содержание подвижного фосфора и калия – 40-50 и 250-260 мг/га соответственно.

Литература

1. Кидин, В.В. Практикум по агрохимии / В.В. Кидин. - М.: КолосС, 2008. - 599 с.
2. Парашенко, В.Н. Влияние посевов люцерны на плодородие перегнойно-глеевой почвы при возделывании риса // В.Н. Парашенко, В.Н. Чижиков, Рисоводство № 4(41), 2018 г. С. 38-40.
3. Романенко, Г.А. Рисовые севообороты / Г.А. Романенко, В.Ф. Шашенко - Краснодар: Кн.-изд-во., 1974. 112 с.
4. Система рисоводства Краснодарского края: Рекомендации / Под общ. ред. Е.М. Харитоновна. – Краснодар: ВНИИ риса, 2011. – 3016 с.
5. Уджуху, А.С. Регулирование почвенного плодородия в рисовых севооборотах / А.Ч. Уджуху, В.Ф. Шашенко. - Краснодар: Советская Кубань, 2003. 192 с.
6. Уджуху, А.С. Почвенное плодородие и продуктивность культур в рисовом севообороте / А.Ч. Уджуху, В.А. Масливец. - Краснодар, 2005 - 377 с.

ЭКОЛОГИЯ И ЗАЩИТА ОТ ВРЕДНЫХ ОРГАНИЗМОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

DOI: 10.33775/conf-2021-331-335

УДК 632.938.1

УСТОЙЧИВОСТЬ СОРТОВ ОЗИМОГО ЯЧМЕНЯ СЕЛЕКЦИИ ЮГА РОССИИ К ВОЗБУДИТЕЛЮ КАРЛИКОВОЙ РЖАВЧИНЫ В РАЗНЫЕ ФАЗЫ РАЗВИТИЯ РАСТЕНИЙ

Данилова А. В.¹, Изварина А. Г.², Нтунзвенимана Э.², Волкова Г. В.¹

¹*ФГБНУ Федеральный научно-исследовательский центр
биологической защиты растений (Россия, г. Краснодар),*

²*ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет
имени И. Т. Трубилина» (Россия, г. Краснодар).*

Аннотация. В статье представлены данные по изучению устойчивости сортов озимого ячменя к северокавказской популяции возбудителя карликовой ржавчины.

Ключевые слова: ячмень, карликовая ржавчина, устойчивость сортов, сорта Каррера, сорт Иосиф.

DOI: 10.33775/conf-2021-331-335

UDC 632.938.1

RESISTANCE OF WINTER BARLEY VARIETIES BRED IN THE SOUTH OF RUSSIA TO THE CAUSATIVE AGENT OF DWARF RUST IN DIFFERENT PHASES OF PLANT DEVELOPMENT

Danilova A. V.¹, Izvarina A. G.², Ntunzvenimana E.², Volkova G. V.¹

¹*FSBSI Federal Research Center of Biological Plant Protection (Russia,
Krasnodar),*

²*FSBEI HE «Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin»
(Russia, Krasnodar).*

Abstract. The article presents data on the study of the resistance of winter barley varieties to the North Caucasian population of the dwarf rust pathogen.

Key words: barley, dwarf rust, resistance of varieties, variety Carrera, variety Iosif.

Ячмень является важной и ценной зерновой культурой, которая располагается на четвертом месте после пшеницы, риса и кукурузы по посевным площадям и валовым сборам [8]. В Российской Федерации этой культурой засеяно около 10,5 млн га. Ежегодно сбор урожая составляет, в среднем, 19 т [9]. Краснодарский край занимает лидирующие позиции среди всех регионов России по посевным площадям и валовым сборам ячменя, которые, в среднем, составляют 930 тыс. т и 300 тыс. га, соответственно [7].

В отдельные годы урожайность и эффективность возделывания этой культуры резко снижается вследствие поражения его листовыми заболеваниями. В условиях Краснодарского края особенно вредоносна карликовая ржавчина (*Puccinia hordei* Otth.). Это заболевание, при сочетании благоприятных условий развития, вызывает потери урожая до 60 % и более. Вредоносность заболевания проявляется в щуплости зерна и снижении его продуктивности. В настоящее время карликовая ржавчина становится все более актуальным и распространенным заболеванием, особенно активно патоген развивается на Северном Кавказе. В отдельные годы отмечалась высокая (60-80 %) степень развития патогена на производственных посевах озимого ячменя [5].

В разработке мер борьбы с заболеваниями, в комплексе с агротехническими методами и средствами химической и биологической защиты растений, большая роль отводится селекционной работе и районированию высокопродуктивных сортов, обладающих устойчивостью к патогенам, распространенным в определенной эколого-географической зоне. Учитывая большую значимость ячменя, как в мировом хозяйстве, так и в России, а особенно на Кубани, разработка мер, способных повысить его урожайность, является актуальной.

Целью исследований было изучение устойчивости сортов озимого ячменя к северокавказской популяции возбудителя карликовой ржавчины. Задачей исследований стало проведение иммунологической оценки высеваемых на юге России сортов ячменя озимого относительно *P. hordei* в полевых и тепличных условиях и ранжирование их по степени и типу устойчивости.

Работа выполнена в ФГБНУ «Федеральный научный центр биологической защиты растений» (ФНЦБЗР) на базе лаборатории иммунитета зерновых культур к грибным болезням в вегетационный сезон 2020-2021 гг.

Материалом исследований служили 19 сортов ячменя, представленных для изучения ведущими селекционными центрами юга России: НЦЗ им. П. П. Лукьяненко (Краснодар), АНЦ «Донской» (Зерноград), Северокавказский ФНАЦ (Михайловск), КубГАУ (Краснодар).

Для проведения иммунологической оценки относительно карликовой ржавчины сорта ячменя были оценены в контролируемых условиях климатокамеры Binder KBWF 720. Семена были высеяны в 0,5-литровые вазоны по 10 зерен в каждый и пророщены до раскрытия листовой пластинки (6-7-е сутки после посева); после чего они были проинокулированы суспензией урединиоспор *P. hordei*. Повторность опыта – трехкратная. В камере поддерживались оптимальные условия для развития патогена: t 20-22 °С, освещенность 13-15 тыс. лк., влажность 80 %. Учет проводили через 7-10 сут. после инокуляции [4]. Ранжирование сортов по устойчивости к *P. hordei* осуществляли согласно шкале СИММУТ [6].

С целью изучения иммунологических особенностей растения-хозяина в фазу взрослого растения 19 сортов озимого ячменя были испытаны в полевых условиях инфекционного питомника ФНЦБЗР. Сорта высевали в трёхкратной повторности на делянках площадью 1 м². Для проведения исследований был создан искусственный инфекционный фон: растения инокулировали смесью урединиоспор с тальком, нагрузка – 10 мг/м² (в соотношении 1:100) в вечернее время после выпадения росы или при слабом морозящем дожде [3]. Контролем по восприимчивости был сорт Михайло (НЦЗ им. П.П. Лукьяненко).

Учет болезней осуществляли, начиная с момента первичного проявления, последующие – до фазы молочно-восковой спелости зерна с интервалом 10-12 суток. Последний учет проводили в фазу молочно-восковой спелости зерна. Оценивали по 20-25 стеблей в делянке. Интенсивность развития ржавчины в процентах определяли по видоизменной шкале Кобба [1, 2]. Оценка реакции и степени пораженности сортов ячменя к возбудителю карликовой ржавчины проводилась шкале СИММУТ [6], где: R – устойчивость (вместе пустул образуются четко выраженные хлоротичные пятна, пораженность листьев до 5-10 %); MR – средняя устойчивость (пустулы очень мелкие, окружены хлоротичной зоной, пораженность листьев не более 10-30 %); MS – средняя восприимчивость (пустулы мелкие, пораженность листьев до 40-50 %); S – восприимчивость (пустулы крупные, пораженность листьев до 75-100 %).

При ранжировании сортов по степени устойчивости к *P. hordei* в фазу всходов, было выделено четыре группы. К устойчивым (R) были отнесены 2 сорта: Кубагро-1 и Каррера. Как среднустойчивые (MR) отмечены два сорта: Иосиф и Спринтер. Сорта Гордей, Мадар, Мастер, Паттерн, Рандеву, Сармат, Тимофей – отмечены, как средневосприимчивые (MS). Восприимчивыми (S) оказались восемь сортов: Агродеум, Амиго, АС-18, Версаль, Кондрат, Лазарь, Лайс, Рубеж.

В полевых условиях вегетационного сезона 2020-2021 гг. на фоне искусственного заражения карликовой ржавчиной не были выявлены устойчивые сорта. Отмечено два сорта, характеризующихся как среднустойчивые (MR): Иосиф и Каррера. Шестнадцать сортов проявляли себя как средневосприимчивые: Агродеум, Амиго, АС-18, Версаль, Гордей, Кондрат, Кубагро-1, Лазарь, Лайс, Мадар, Мастер, Паттерн, Рандеву, Рубеж, Сармат, Спринтер. Сорт Тимофей проявил себя как восприимчивый. Контроль по восприимчивости (сорт Михайло – S) был поражен на 60,0 %.

Сравнительный анализ устойчивости сортов в разные фазы развития растения относительно карликовой ржавчины выявил, что такие сорта, как Кубагро-1 и Каррера отличаются по устойчивости в разные фазы развития растения-хозяина. Сорт Иосиф, отмеченный как среднустойчивый MR в фазу всходов, сохранил данный тип устойчивости и в фазу взрослого растения. Это позволяет предположить наличие у них разных механизмов иммунной реакции к патогену. Тем не менее, сорта Каррера и Иосиф, отмеченные как устойчивые и среднустойчивые к *P. hordei*, представляют интерес для сельскохозяйственной практики.

Литература

1. Peterson, R.F., Campbell, A. & Hannah, A. A diagrammatic scale for estimating rust intensity on leaves and stems of cereals / Canadian journal of research. – 1948. – V 26(5). – P. 496-500.
2. Roelfs, A.P., Singh, R.P. & Saari, E.E. Rust diseases of wheat: concepts and methods of disease management. Mexico, D.F.: CIMMYT. 1992. ISBN 968612747X.
3. Анпилогова Л.К. Методы создания искусственных инфекционных фонов и оценки сортообразцов пшеницы на устойчивость к вредоносным болезням (фузариозу колоса, ржавчинам, мучнистой росе) / Л. К. Анпилогова, Г. В. Волкова // ВНИИБЗР, РАСХН. Краснодар. 2000. 28 с.
4. Волкова Г. В. Вирулентность популяций возбудителей ржавчины зерновых колосовых культур (учебное пособие) / Г. В. Волкова, О. А. Куди-

- нова, Е. В. Гладкова, О. Ф. Ваганова, А. В. Данилова, И. П. Матвеева // ВНИИБЗР. - Краснодар, 2018. - 38 с.
5. Волкова Г. В. Вирулентность популяции возбудителя карликовой ржавчины ячменя на Северном Кавказе в 2014-2017 годах / Г. В. Волкова, А. В. Данилова, О. А. Кудинова // Сельскохозяйственная биология. – 2019. – Т. 54. – №3. – С. 589-596. doi: 10.15389/agrobiology.2019.3.589rus.
 6. Койшыбаев М. Методические указания по мониторингу болезней, вредителей и сорных растений на посевах зерновых культур / М. Койшыбаев, Х. Муминджанов // ФАО. – Анкара, 2016. – 42 с.
 7. Репко Н.В. Статистические исследования мирового производства зерна ячменя / Н. В. Репко, К. В. Подоляк, Е. В. Смирнова и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2015. – №02(106). С. 1062 – 1070. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2015/02/pdf/69.pdf>, 0,562 дата обращения: 16.03.2021.
 8. Статистические данные продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединенных наций [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> дата обращения: 16.03.2021.
 9. Федеральная служба государственной статистики – сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://rosstat.gov.ru/enterprise_economy дата обращения: 16.03.2021.

DOI: 10.33775/conf-2021-336-338

УДК 633.521: 631.527: 632. 43

НОВЫЕ СРЕДСТВА РАЦИОНАЛЬНОГО ОГРАНИЧЕНИЯ РАСПРОСТРАНЕНИЯ СОРНЯКОВ И БОЛЕЗНЕЙ ЛЬНА

Кудрявцев Н. А., Зайцева Л.А.

*Федеральный научный центр лубяных культур
ОП НИИ льна, г. Торжок*

Аннотация. В статье представлены результаты исследований новых средств рационального ограничения распространения сорняков и болезней льна. Рассмотрено применение гербицидных и защитно-стимулирующих средств на льне-долгунце.

Ключевые слова: сорняки, лен-долгунец, защитно-стимулирующие средства, гербицид Шансти, Артафит, Хармони.

DOI: 10.33775/conf-2021-336-338

UDC 633.521: 631.527: 632. 43

NEW MEANS OF RATIONAL LIMITING THE SPREAD OF FLAX WEEDS AND DISEASES

Kudryavtsev N.A., Zaytseva L.A.

Federal Research Center for Bast Fiber Crops, Torzhok

Abstract. The article presents the results of studies of new means of rational limiting the spread of flax weeds and diseases. The use of herbicidal and protective-stimulating agents on fiber flax is considered.

Key words: weeds, fiber flax, protective-stimulating agents, herbicide Shansti, Artafit, Harmony.

Кроме достаточной биологической эффективности, важно соответствие средств защиты растений экономическим и особенно экологическим критериям современных агротехнологий. Это достигается за счет экологизации и рационализации их использования, в частности, в сниженных нормах внесения в композициях с активаторами и антистрессовыми средствами. В наших предыдущих исследованиях, наряду с различиями влияния пестицидов на сорняки, отмечено их неоднозначное действие и на растения льна-долгунца [1]. Наиболее

благоприятное действие, повлекшее за собой некоторое увеличение показателей общей высоты растений и технической длины их стебля (по сравнению с контролем, где лен был угнетен сорняками), оказали некоторые сульфонилмочевинные препараты, в частности, Хармони. Его смеси с противошироколиственным гербицидом Лонтрел и граминицидами (Тарга Супер, Миура и др. в оптимально-минимальных нормах применения) - на высоту культурных растений отрицательно влияли незначительно. Масса культурных растений и, в конечном счете, урожайность льнопродукции в связи с применением гербицидов в таких вариантах была достоверно выше контрольных показателей.

Имеющий аналогичное с гербицидом Хармони (регистрант – ООО «Дюпон Наука и Технология») д.в. (тифенсульфурон-метил) - Шансти (регистрант – ООО «Шанс») целесообразнее сочетать не с Лонтрелом (Дау АгроСаенсес ВмбХ), а - с содержащим аналогичное д.в. (клопиралид) – Шанстрелом (ООО «Шанс»); - не с Зеллеком-супер (Дау АгроСаенсес ВмбХ), а с подобно ему содержащим д.в. – галоксифоп-Р-метил – Галошансом (ООО «Шанс»). Поэтому, для своей экспериментальной работы мы и выбрали препараты ООО «Шанс» [4].

Цель работы – рационализация и экологизация применения на льне-долгунце в РФ гербицидных и защитно-стимулирующих средств.

Полевые исследования проведены в 2018-2020 гг. преимущественно на сорте льна-долгунца Тверской [5]. Они выполнены в соответствии с методологией, применяемой в сельскохозяйственной и биологической экспериментальной работе. Полученные результаты репрезентативных учетов оценивались статистико-агрономически [2; 3].

В результате исследований гербицид Шансти и его смесь с препаратом Шанстрел 300 продемонстрировали относительно высокую биологическую эффективность защиты льна от двудольных сорняков, в частности, от наиболее часто встречавшегося из них вида - торицы полевой. Показатели эффективности снижения численности растений торицы в результате применения Шансти в норме расхода 25 г/га и смеси его в сниженной норме расхода (20 г/га) с препаратом Шанстрел 300 (0,3 л/га) - в среднем за 2018-2020 гг., по данным учетов - через 30 суток после применения и перед уборкой льна - составила 100% (при эффективности условного стандартного гербицида – Хармони (25 г/га) - 95,0-95,7 %).

Добавка к вышеназванным противодвудольным гербицидам дополнительно граминицидов Галошанс или Клетошанс, регулятора ро-

ста Артафит, фунгицида Зимошанс не снизила эффективности действия смесей препаратов на двудольные сорняки (все варианты смесей и один препарат Шансти (25 г/га) обеспечили приближающуюся к 100% гибель, например, торицы. Дополнительно композиции, включающие регулятор роста Артафит (0,2 л/га) и фунгицид Зимошанс (0,5 л/га) защищали посевы льна от пасмо и других болезней (на 80-90 %). Смесь противодвудольных гербицидов Шансти (20 г/га) + Шанстрел 300 (0,3 л/га) была эффективна не только против торицы, но и против бодяка, осота и других широколистных сорняков.

Композиция этой смеси с противозлаковыми гербицидами /Галошанс (0,7 л/га) или Клетошанс (0,7 л/га) + ПАВ Шанс 90 (0,2 л/га) - на 90-95 % уничтожила в посевах льна злаковые засоряющие растения. Снижение общей массы нежелательной растительности всех двудольных и злаковых видов, засорявших опытный посев льна в 2018-2020 гг., вследствие применения изучаемых смесей препаратов составило через 30 суток после обработки – до 97,4%.

Опрыскивание вегетирующих растений льна смесью Шансти (20 г/га) + Шанстрел 300 (0,3 л/га) + Клетошанс – КЭ, клетодим – 240 г/л (0,7 л/га) + ПАВ Шанс 90 (0,2 л/га) + Зимошанс (0,5 л/га) существенно повлияло на густоту стеблестоя культуры (превысив ее на 476 растений/м², по сравнению с контролем) и в 4,8 раза снизило % отмерших за вегетацию растений.

Применение полифункционального препарата Артафит для обработки посевов льна обеспечило наиболее достоверное повышение урожайности льносолумы (при средней НСР₀₅ за 3 года – 2,4 ц/га) и льносемян (при средней НСР₀₅ за 3 года – 0,3 ц/га).

Работа выполняется при финансовой поддержке Минобрнауки России (ГЗ № 075-00 853119-00).

Литература

1. Кудрявцев Н.А., Зайцева Л.А., Курбанова З.К., Савоськина О.А. Перспективные средства защиты льна // Защита и карантин растений. 2020. №4. С. 24-26.
2. Кирюшин Б.Д. Методика научной агрономии. Часть 1. М.: МСХА. 2004. 188 с.
3. Кирюшин Б.Д. Постановка опытов и статистико-агрономическая оценка их результатов. // Методика научной агрономии. Часть 2. М.: МСХА. 2005. 200 с.
4. ООО «Шанс», ГК МТС «Агро-Альянс». Средства защиты растений. Воронеж. 2017. 48 с.
5. Чекмарев П.А. Павлова и др. Зонально-адаптивные технологии производства льна-долгунца / П.А. Чекмарев, В.П. Понажев, Л.Н. //–М.: ФГНУ «Росинформагротех». 2011. 186 с.

DOI: 10.33775/conf-2021-339-342

УДК 632.7

**ХЛОПКОВАЯ СОВКА И СТЕБЛЕВОЙ КУКУРУЗНЫЙ
МОТЫЛЕК НА ПОСЕВАХ КУКУРУЗЫ В УСЛОВИЯХ
СТЕПНОЙ ЗОНЫ КБР**

Шипшева З.Л., Шабатуков А.Х., Кимова Д.А.,

Шидова Л.Х., Хромова Л.М.

*Институт сельского хозяйства – филиал ФГБНУ «Федеральный
научный центр «Кабардино-Балкарский научный центр Российской
академии наук», г. Нальчик*

Аннотация. В статье рассмотрено влияние хлопковой совки и стеблевого кукурузного мотылька на посевы кукурузы.

Ключевые слова: хлопковая совка, стеблевой кукурузный мотылек, гусеницы, гибриды кукурузы, степная зона.

DOI: 10.33775/conf-2021-339-342

UDC 632.7

**COTTON BUDWORM AND EUROPEAN CORN BORER ON
CORN CROPS IN THE STEPPE ZONE OF THE KBR**

Shipsheva Z.L., Shabatukov A.Kh., Kimova D.A., Shidova L.Kh.,

Khromova L.M.

*Institute of Agriculture - a branch of FSBSI "FSC" Kabardino-Balkarian
Scientific Center of the Russian Academy of Sciences ", Nalchik.*

Abstract. The article discusses the influence of cotton budworm and European corn borer on corn crops.

Key words: cotton budworm, European corn borer, larva, corn hybrids, steppe zone.

Анализ структуры посевных площадей зерновых культур в Кабардино-Балкарской республике за период с 2000 по 2020гг указывает на изменение объемов производства зерна озимой пшеницы и кукурузы. Установлено увеличение в 2,9 раз посевных площадей кукурузы за счет уменьшения площади посевов озимой пшеницы. Причиной тому является стабильность урожая за сравнительно малые денежные затраты и хорошую реализацию производственного зерна и семян кукурузы.

Чрезмерное расширение посевных площадей кукурузы на зерно и повсеместный переход на севообороты короткой ротации привели к нарушению элементарных требований чередования сельхозкультур,

что способствовало значительному подъему численности популяции гусениц хлопковой совки и к постепенному увеличению плотности заселения гусеницами стеблевого кукурузного мотылька.

Причиной плохого состояния отдельных посевов кукурузы являются частые продолжительные и ливневые дожди со шквалистым усилением ветра, которые вызывают заплывание верхнего слоя почвы в первые периоды вегетации до проведения химпрополки. Под плотной почвенной коркой корневая система растений кукурузы задыхается, листья теряют свой естественный зеленый цвет и все ростовые процессы приостанавливаются. В связи, с чем важную роль играет агротехнический метод, как разрыхление междурядий с последующей подкормкой азотным удобрением, что стимулирует физиологические процессы и усиливает иммунный статус в период вегетации кукурузы. Указанные агротехнологические приемы будут способствовать также сохранению влаги и хорошей аэрации почвы, а прикорневые и листовые подкормки хорошо сформируют как основные, так и воздушные корни, что в последующем ускорит рост и развитие растений.

Негативные для развития растений кукурузы почвенно-климатические условия мая и июня месяцев способствуют значительному заселению и выраженной вредоносности таких фитофагов как хлопковая совка (*Heliothis armigera* Hb.), стеблевой кукурузный мотылек (*Ostrinia nubilalis* Hb.), луговой мотылек (*Pyrausta sticticalis* L.), шведская муха (*Oscinella pusilla* Mg.), большая злаковая тля (*Sitobion avenae* H.), обыкновенный паутинный клещ (*Tetranychus urticae* Koch.) и др. [1, 6]

На заплывающих почвах изреженность посевов кукурузы вызывают корневые гнили: *фузариозная гниль* (*Fusarium* spp.), *угольная гниль* (*Sclerotium bataticola* Taub.), *белая гниль* (*Whetzelinia sclerotiorum* Korf. et Dumont) [3]. Обильные осадки и сравнительно низкая температура воздуха благоприятствуют широкому проявлению бактериального ожога листьев и незначительному распространению гельминтоспориозной пятнистости листьев. Вредоносность указанных болезней снижается при проведении комплекса агротехнических мероприятий и от степени устойчивости гибрида кукурузы к указанным заболеваниям.

Вред, причиняемый стеблевым кукурузным мотыльком, заключается в том, что гусеницы младших возрастов питаются молодыми тканями листьев, в старшем возрасте молодыми метелками и початками [2]. На основании наших наблюдений, высокорослые ги-

бриды кукурузы повреждаются данным вредителем в 2-2,5 раза сильнее, чем низкорослые.

Согласно многолетних фенологических наблюдений за стеблевым кукурузным мотыльком можно отметить, что он находится в депрессивном состоянии из-за сухой и жаркой погоды в весенне-летний период вегетации кукурузы. Исключением является 2016 год, когда был выявлен сравнительно высокий процент поврежденных растений гусеницами стеблевого кукурузного мотылька, который составил в среднем – 12,3%, максимально – 25%.

В результате мониторинга данного вредителя выявлено, что начало лета бабочек перезимовавшего поколения стеблевого кукурузного мотылька происходило в начале июня на посевах кукурузы в степной зоне Кабардино-Балкарии. В дальнейшем откладка яиц и отрождение гусениц 1-го поколения вредителя была сильно растянута в годы с частыми и продолжительными осадками. Самки стеблевого мотылька откладывают яйца на нижней стороне листьев кукурузы и покрывают липкой пленкой и обильные дожди не смывают их, поэтому выпуск трихограммы в 3 срока (по 20-30 тыс. особей на 1 га) в начале яйцекладки и через каждые 5 дней оказались эффективными.

Проведение опрыскивания в борьбе с хлопковой совкой и стеблевым кукурузным мотыльком экономически оправдано только на участках гибридизации кукурузы из-за дороговизны эффективных инсектицидов [5].

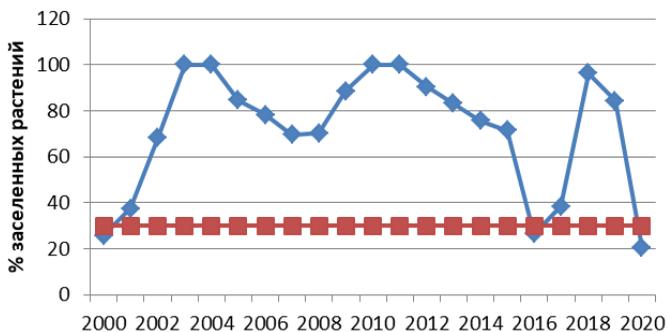


Рисунок. Динамика численности и вредоносности хлопковой совки на посевах кукурузы в степной зоне КБР в 2000-2020 гг.

На рисунке наглядно продемонстрировано, что резкий спад процента поврежденных растений отмечен в 2006-2007; 2015-2016 и в 2020 годах, что указывает на периодичность вредоносности гусениц хлопковой совки 2-го поколения. При этом самый низкий процент повреждения растений кукурузы в среднем составила 20,3%. Срок проведения опрыскивания инсектицидом совпадает с периодом начала цветения початков, когда массово отрождаются гусеницы хлопковой совки младших возрастов 2-го поколения. Асинхронное развитие стадий хлопковой совки обычно способствуют наложению активности питания гусениц средних и старших возрастов 1-го поколения на массовую яйцекладку и начала отрождения гусениц 2-го поколения.

При проведении научных исследований отмечено, что стрессовое состояние растений кукурузы от вредных организмов и неблагоприятных факторов погоды снижали смесевой композицией эффективных инсектицидов с быстродействующими органическими удобрениями и агрохимикатами, что представлено в наших научных изданиях [4, 3].

Литература

1. Вредители сельскохозяйственных культур: справочное и учебно-методическое пособие под общей редакцией К.С. Артохина // Том I: Вредители зерновых культур. М.: Печатный город, 2012. С. 339-377.
2. Переверзев Д.С. Поиск устойчивых к кукурузному мотыльку высокопродуктивных генотипов кукурузы. Второй Всероссийский съезд по защите растений. Фитосанитарное оздоровление экосистем. Материалы съезда. Том I. Санкт-Петербург. 2005. С. 530-531.
3. Шабатуков А.Х., Хромова Л.М. Биологический контроль болезней кукурузы в условиях степной зоны Кабардино-Балкарии // Вестник АПК Ставрополя. 2019. № 3. С. 78-82.
4. Шидова Л.М., Шабатуков А.Х. Экономическая эффективность применения регуляторов роста и биоудобрений на посевах озимой пшеницы в Кабардино-Балкарской республике // Экономика и предпринимательство. Москва, 2019. № 5 (106). С. 522-524.
5. Шидова Л.М., Шипшева З.Л. Сравнительная оценка экономической и биологической эффективности инсектицидов в борьбе с хлопковой совкой при возделывании кукурузы в степной зоне Кабардино-Балкарии // Экономика и предпринимательство. – М.: 2019. – № 6 (107). – С. 484-487.
6. Шипшева З.Л., Хромова Л.М. Изучение видового состава фитофагов на посевах кукурузы в Кабардино-Балкарии. Научная жизнь. Т. 14. Вып. 8. С. 1263-1269.
7. Khromova L.M, Malkandueva A.Kh., Shomakhov B.R., Shipsheva Z.L., Shabatukov A.Kh. Biodiversity of Pests in Grain Agrocenosis in Kabardino-Balkaria. International Scientific and Practical Conference «AgroSMART – Smart solutions for agriculture» The European Proceedings of Social & Behavioural Sciences. Pages 920-928.

DOI: 10.33775/conf-2021-343-347

УДК 632.3:632.4:632.7

РАСПРОСТРАНЁННОСТЬ БОЛЕЗНЕЙ СОИ В РАЗНЫХ РЕГИОНАХ РФ

Саенко Г.М.

ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК, Краснодар

Аннотация. В статье отражены результаты исследований распространённости болезней сои в разных регионах России.

Ключевые слова: соя, болезни, *Peronospora manshurica*, *Cercospora sojina* Hara, *Septoria glycines* T, *Cercospora kikuchii*, бактерия *Pseudomonas solanacearum* Smith.

DOI: 10.33775/conf-2021-343-347

UDC 632.3:632.4:632.7

PREVALENCE OF SOYBEAN DISEASES IN DIFFERENT REGIONS OF THE RUSSIAN FEDERATION

Saenko G.M.

V.S. Pustovoit All-Russian Research Institute of Oil Crops (VNIIMK),
Krasnodar

Abstract. The article reflects the results of studies of the prevalence of soybean diseases in different regions of Russia.

Key words: soybean, diseases, *Peronospora manshurica*, *Cercospora sojina* Hara, *Septoria glycines* T, *Cercospora kikuchii*, bacterium *Pseudomonas solanacearum* Smith.

Соя является важнейшей масличной культурой. За последние 10 лет в Российской Федерации произошло увеличение площадей, занятых культурой. [6].

В Центральном Черноземье, в пяти областях (Воронежской, Белгородской, Курской, Липецкой, Орловской и Тамбовской) они выросли с 136,58 тыс. га (2010 г.) до 990,2 тыс. га (2020 г.) – в 7 раз, что составляет 35 % от площади под сою в Российской Федерации. Дальний Восток занимает основную долю в структуре посевных площадей сои. Однако доля ЦЧР ежегодно увеличивается (30 % в 2019 г. и 35 % в 2020 г.), а доля Дальнего Востока сокращается (44 % в 2019 г. и 40 % в 2020 г.), в основном за счет Амурской области. Площади в Краснодарском крае к 2020 году составили около 165 тыс. га [1, 2].

Одним из факторов препятствующим получению высокой урожайности сои являются болезни, вредители, а также сорная растительность. С увеличением производства культуры, увеличивается и разнообразие болезней. Погодные условия, которые складываются оптимально для развития патогенов особенно в середине июля (дожди, утренние росы) также способствуют развитию патогенов на листовой поверхности растений сои, что влияет и на ассимиляционную поверхность листьев сои, которая необходима для формирования будущего урожая [2, 3, 5].

Сою поражают болезни, вызываемые грибами, бактериями и вирусами. Основными болезнями, которые встречаются за последнее время являются: пероноспороз (лмп), возбудитель – *Peronospora manshurica* (Naum.) Syd.; серая округлая пятнистость (церкоспороз), возбудитель – *Cercospora sojina* Hara (C. Daizu Miura); септориоз, возбудитель – *Septoria glycines* T. Hemmi; пурпурный церкоспороз, возбудитель – *Cercospora kikuchii* (Matsuet Tomoyasu) Yarden; аскохитоз, возбудитель – *Ascochyta sojaecola* Abramo; филлостиктоз, возбудитель – *Phyllosticta sojaecola* Mass; белая гниль, возбудитель – *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib) de Bary); ризоктониозная пятнистость, возбудитель – *Rhizoctonia solani* Kuhn; бактериальный ожог, возбудители – *Pseudomonas syringae* pv. *glycinea* Coerper; *Pseudomonas savastanoi* pv. *Glycinea*; бактериальное увядание, возбудитель – бактерия *Pseudomonas solanacearum* Smith; бактериальная пустульная пятнистость *Xanthomonas axonopodis* pv. *Glycines*. Все перечисленные болезни обладают большой вредоносностью для растений. Поражая всходы, стебли, корни, листья, бобы и семена, не только снижают урожайность, но и ухудшают качество семян [3, 12, 13].

Различия в климате, распределении патогенных микроорганизмов и технологии выращивания сельскохозяйственных культур влияют на распространенность болезней в каждом регионе. Объективная оценка фитосанитарного состояния посевов в конкретных агроклиматических условиях является основой для уточнения информации по болезням, а также мерам по борьбе с ними [5, 9, 10].

Мониторинг болезней сои проводили в 2019-2020 гг. в нескольких регионах нашей страны: Краснодарском крае, Центральном Чернозёмном районе и Дальнем Востоке.

Для учёта распространённости болезней на сое проводили маршрутные обследования её посевов диагональным методом: на площади до 10 га брали 10 проб, на площади 11–25 га – 20 проб, 26–50 га – 30 проб, 51–100 га – 50 проб. В каждой пробе учитывали 10 растений [11].

Распространённость (количество больных растений, выраженное в процентах, P) вычисляли по следующей формуле [4]:

$$P = \frac{n}{N} \times 100 \quad (1),$$

где: P – распространённость болезни, %;
 N – общее количество растений в пробах;
 n – количество больных растений.

Развитие болезней вычисляли по формуле 2 [8]:

$$R = \frac{\sum (a \times b)}{\sum n \times k} \times 100, \quad (2)$$

где: R – развитие болезни, %;
 $\sum (a \times b)$ – сумма произведений числа поражённых растений на соответствующий им балл поражения;
 $\sum n$ – общее количество учётных растений (здоровых и больных) в варианте;
 k – высший балл поражения.

Учёт пятнистостей (пероноспороза, церкоспороза (пурпурного и обычного), бактериальный ожог) на листьях определяли по шкале (в баллах):

- 0 – признаков поражения нет;
- 1 – пятна занимают до 5 % площади листовой пластинки;
- 2 – пятна занимают до 25 % площади листовой пластинки;
- 3 – пятна занимают до 50 % площади листовой пластинки;
- 4 – пятна занимают до 75 % площади листовой пластинки;
- 5 – пятна занимают более 75 % площади листовой пластинки.

Учёт фузариозного увядания на растениях определяли по шкале (в баллах):

- 0 – признаков поражения нет;
- 1 – растение слабо угнетено, нижние листья слегка пожелтели;
- 2 – заметно угнетение и отставание в росте растения, нижние листья пожелтели и засохли;
- 3 – растение сильно угнетено, листья нижнего и среднего яруса пожелтели и увяли;

4 – очень сильное угнетение растения, увядание растения и его гибель [7].

В ходе обследований в Центральном Чернозёмном районе были выявлены следующие болезни: пероноспороз с распространённостью (P) от 10 до 20 %, развитием (R) до 30 %; обычный церкоспороз – P – единичные пятна, R – 5 %; пурпурный церкоспороз – P – до 30 %, R – от 10 до 30 %; филлостиктоз – P – 20 %, R – 20 %; бактериальный ожог – P – от 10 до 50 %, R – 25 %; ризоктониозная пятнистость – P – 10 %, R – 5 %; единичные растения (или очаги) белой гнили.

В Краснодарском крае погодные условия складывались неблагоприятно для развития патогенов в фазе ветвления. Наибольшее количество болезней было выявлено в фазы налива бобов и созревания: обычный церкоспороз – P – до 90 %, R – 5 %; бактериальный ожог и бактериальное увядание – P от 5 до 40 %, R – 10–50 %, септориоз на бобах – P – 15 %, R – 20 %. Для других болезней в период исследований оптимальные условия не складывались.

Для Дальнего Востока характерным является выращивание сои бесменно на одном и том же поле несколько лет. Поэтому накопление инфекционного начала здесь вполне закономерно. Основные болезни, которые были идентифицированы в этом регионе это пероноспороз – P – от 20 до 90 %, R – 25 %; церкоспороз – P – 15 %, R – 5 %; пурпурный церкоспороз – P – от 10 до 40 %; фузариозное увядание, вызываемое грибами рода *Fusarium* spp. – P – от 10 до 75 %, R – до 50 %; аскохитоз – P – до 10 %, R – до 15 %. Самым встречающимся заболеванием, поражающим сою на ранних этапах вегетации является септориоз, который имеет 100 % распространённость и R – от 5 до 25 %. Также были выявлены растения, поражённые белой гнилью при P – 5 %, R – 100 %.

На основании проведённого мониторинга посевов сои можно сделать следующие выводы, что увеличение площади посевов под сою несомненно приводит к росту листовых болезней. Происходит увеличение поражённости пероноспорозом, септориозом, бактериозом, обычной серой пятнистостью, так же наблюдается присутствие болезней, ранее не встречавшихся (ризоктониозная пятнистость, филлостиктоз, пурпурный церкоспороз).

Все обследованные регионы отличаются не только распространённостью но и развитием болезней: так в Краснодарском крае меньше наблюдается поражение посевов сои септориозом, пурпурного церкоспороза, пероноспороза, аскохитоза и филлостиктоза на

листьях, чем в ЧЦР и Дальнем Востоке. В Центральном Черноземье большее развитие приобретают пурпурный церкоспороз, ризоктониозная пятнистость, аскохитоз и септориоз. На Дальнем Востоке отмечено большое разнообразие болезней, но из-за переувлажнения, а также из-за выращивания сои в монокультуре наиболее развиты пероноспороз, церкоспороз, корневые гнили, септориоз и бактериальные пятнистости. Также присутствует аскохитоз.

Литература

1. Герасимова Л. Соя в растущем тренде // Защита растений. 2019. № 12 (289). <https://www.agroxxi.ru/zrast/201912/201912.pdf>.
2. Грязнов В.П. Формирование урожая сои в зависимости от размеров фотосинтетической поверхности листьев в посевах // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки. – 2007. – № 5 (36). – С. 89–93.
3. Дега Л.А. Болезни и вредители сои. – Приморский НИИСХ, 2014 – 100 с.
4. Драховская М.Д. Прогноз в защите растений. – Сельхозлитература, 1962. – С. 168–173.
5. Заостровных В.И., Рязанова О.А., Кадунов А.А. Фитосанитарный мониторинг видового состава болезней сои в различных зонах соеосеяния // В сборнике: Современные тенденции сельскохозяйственного производства в мировой экономике. Сборник статей. 2017. С. 21–32.
6. Кривошлыков К. М., Рощина Е. Ю., Козлова С. А. Анализ состояния и развития производства сои в мире и в России // Масличные культуры. Науч.-тех. бюл. ВНИИМК. 2016. Вып. 3 (167). С. 64–69.
7. Курилова Д. А. Вредоносность фузариоза сои в зависимости от степени поражения растений // Масличные культуры. Науч.-техн. бюл. ВНИИ маслич. культур. – 2010. – Вып. № 2 (144–145). – С. 84–89.
8. Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве культурами / под ред. В.И. Долженко. – Санкт-Петербург, 2009. – 378 с.
9. Саенко Г.М., Бушнева Н.А. Мониторинг болезней и вредителей сои в условиях Краснодарского края // Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции [Электронный ресурс]. – Омск: ФГБОУ ВО Омский ГАУ. – 1 электрон.опт. диск. – 2019. – С. 484–488.
10. Саенко Г.М. Фитосанитарный мониторинг основных болезней сои в Краснодарском крае // Масличные культуры, НТБ ВНИИ масличных культур, Вып. 3 (179), 2019 г., С. 106–113.
11. Чумаков А.Е., Захарова Т.И. Вредоносность болезней сельскохозяйственных культур. – М.: Агропромиздат, 1990. – 127 с.
12. A farmer's guide to soybean diseases / Edited by D. Mueller, K. Wise, A. Sis-son, D. Smith, E. Sikora, C. Bradley, A. Robertson // American Phytopathological Society, St. Paul, MN, USA. 2018. 155 p.
13. Hartman G. L., Rupe J. C., Sicora E. J. Compendium of soybean diseases. 5rd ed. // American Phytopathological Society, St. Paul, MN, USA. 2015. 211 p.

DOI: 10.33775/conf-2021-348-353

УДК 633.31.632.7.934.937

**ОПТИМАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ЛЮЦЕРНЫ ОТ
ФИТОНОМУСА PHYTONOMUS VARIABILIS HBST В
УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ КАРАКАЛПАКСТАН**

*Шамуратова Н.Г., Шамуратов Б.Г., Хамидуллаев Ж.У.,
Керимбаева А.А.*

*Нукусский филиал Ташкентского государственного аграрного
университета, г. Нукус*

Аннотация. В Республике Каракалпакстан ежегодная численность фитонюмуса бывает стабильно высокой. В статье рассмотрены оптимальные методы защиты люцерны от фитонюмуса в условиях республики.

Ключевые слова: люцерна, фитонюмус, Республика Каракалпакстан, полевой опыт, вредители, инсектициды

DOI: 10.33775/conf-2021-348-353

UDC 633.31.632.7.934.937

**OPTIMAL METHODS FOR ALFALFA PROTECTION FROM
PHYTONOMUS VARIABILIS HBST IN THE CONDITIONS OF
THE REPUBLIC OF KARAKALPAKSTAN**

*Shamuratova N.G., Shamuratov B.G., Khamidullaev Z.U.,
Kerimbaeva A.A.*

Nukus branch of Tashkent State Agrarian University, Nukus

Abstract. In the Republic of Karakalpakstan, the annual number of phytonomus is consistently high. The article discusses the optimal methods of protecting alfalfa from phytonomus in the conditions of the republic.

Key words: alfalfa, phytonomus, Republic of Karakalpakstan, field experiment, pests, insecticides.

В середине апреля плотность фитонюмуса нередко достигает 25-36 экз. м²; в мае средняя численность личинок составляет 3-5 особей на одно растение. Распределение личинок младших возрастов по полю

бывает крайне неравномерной и имеет характер очагов. После перехода личинок к открытому питанию они более равномерно расселяются по полю. Установлено, что плотность фитонюса находится в зависимости от сроков возделывания люцерников. Данные таблицы 1. показывают, что заселенность растений личинками фитонюса во всех подконтрольных участках, находится в прямой зависимости от сроков возделывания люцерны. Существенность различий статистически значима на уровне $p < 0,001$, т.е. с надежностью 99,9%. Данные таблицы 1. показывают, что плотность личинок фитонюса существенно изменялась в зависимости от сроков возделывания люцерников. Максимальной она была на люцерне третьего года стояния. Различия во всех сравниваемых вариантах были достоверными.

Таблица 1. Численность личинок фитонюса на люцерне разного года стояния (фермерское хозяйство «Катша мама» Ходжейлинского района)

Места проведения учетов	Количество личинок на 10 стеблей в зависимости от сроков возделывания люцерны		
	1-года	2-года	3-года
уч. Катша мама № 1	7,0	19,5	40,0
уч. Катша мама № 2	6,5	23,5	43,5
уч. Катша мама № 3	8,5	21,5	38,0
Уч. Катша мама № 4	2,7	10,0	27,5
В среднем	6,2±1,23	18,6±2,99	37,3±3,44

Непременный интерес представляет изучение современных инсектицидов (особенно из класса синтетических пиретроидов) как возможных средств борьбы против вредителей люцерны, в частности фитонюса. В качестве эталона брали: каратэ 5% (0,15 л/га).

Требовалось, прежде всего, изучить биологическую эффективность избранных инсектицидов против фитонюса и установить оптимальные нормы их расхода на гектар. Для этого весной 2019 г. на территории фермерского хозяйства «Катша мама» Ходжейлинского района был проведен полевой мелкоделяночный опыт с серией вариантов. Каждый препарат изучали в 3-х нормах расхода. Обработка была проведена при помощи ранцевого опрыскивателя с расчетной нормой расхода воды 400 л/га. Площадь под каждую повтор-

ность вариантов - по 100м². Учеты личинок фитонюмуса провели до обработки и после нее через 5-10-15 и 20 дней. В таблице 2. приведена схема этого опыта и полученные результаты. Из результатов следует, что все из испытанных препаратов обладают довольно высокой эффективностью против личинок фитонюмуса. Оптимальными нормами расхода отдельных препаратов в борьбе с фитонюмусом являются для: ателла – 0,4 л/га, далатэ – 0,4 л/га, киллер – 0,5 л/га. Во всех этих вариантах биологическая эффективность была выше, чем у эталона – каратэ 5% (0,15 л/га).

По расчету биологической эффективности видно, что во всех вариантах кроме каратэ 5% - 0,15 л/га получена высокая эффективность позволяющая их рекомендовать как средство борьбы против фитонюмуса на люцерне.

В 2019 году мы провели производственный опыт, где было предусмотрено изучение всех избранных препаратов в нормах расхода отвечающих требованиям. Опыт был проведен в тех же условиях. Обработка была проведена 12 мая при помощи ОВХ-28 (200 л/га). В таблице 3. приведены результаты опыта, откуда видно, что все избранные инсектициды показали высокую биологическую эффективность против личинок фитонюмуса не уступающую эталону в течение 20 дней после обработки. Эффективность на 25-й день не рассчитана ввиду того, что к этому сроку в контрольном участке произошло естественное падение численности вредителя из-за их массового окукления.

И так, система борьбы против фитонюмуса предполагает разработку и применение ряда взаимодополняемых методов и средств борьбы, которые призваны обеспечить надежную защиту этой культуры от вредителя с соблюдением высокой культуры земледелия, охраны окружающей среды и рентабельности производства. Для планирования организации и проведения каждого из: организационно-хозяйственного, агротехнических и активно защитных методов защиты люцерны от фитонюмуса и других сопутствующих вредителей нами составлена усредненная (для республики) схема сроков проведения этих мероприятий в зависимости от вегетации люцерны и развития вредителя. На основании данных рисунка: основная часть организационно-хозяйственных мероприятий в борьбе с фитонюмусом

Таблица 2. Биологическая эффективность инсектицидов против фитонюмуса в полевом мелколд-ляночном опыте ОВХ (400 л/га), Ходжелинский район фермерское хозяйство «Катша мама», 2019

Вариант	Норма расхода препарата, л/га	Среднее количество личинок на 50 стеблей, экз.						Эффективность, % на дни.											
		до обработки		после обработки на дни:				5			10			15			20		
				ки	5	10	15	20	S	±m	S	±m	S	±m	S	±m	S	±m	
Ателла 5% к.э.	0,2	46,6	7,1	11,2	6,1	1,9	85,5	2,1	93,8	0,8	90,5	2,3	92,2	2,2					
	0,4	50,4	0	1,2	2,1	2,2	100	0	97,8	1,3	97,0	0,8	91,6	3,5					
	0,6	45,3	0	0	2,7	3,1	100	0	100	0	95,7	0,7	86,9	4,9					
Далатэ, 5% к.э.	0,2	37,9	5,3	9,9	9,1	3,1	86,7	1,8	76,4	3,5	82,5	2,3	84,3	3,5					
	0,4	41,7	0	1,3	3,2	0,7	100	0	97,2	0,3	94,4	1,5	96,8	0,8					
	0,6	40,2	0	0	4,2	2,1	100	0	100	0	92,4	2,7	90,0	2,5					
Киллер, 5% к.э.	0,4	43,2	1,2	0,7	3,7	2,2	97,4	0,8	98,5	1,1	93,8	1,9	90,2	3,1					
	0,5	51,7	0	1,2	2,8	2,3	100	0	97,9	0,9	96,1	2,9	91,5	3,6					
	0,6	47,3	0	0	1,9	2,1	100	0	100	0	97,1	0,7	91,5	0,9					
Каратэ, 5% к.э. (эталон)	0,15%	44,4	8,9	11,2	10,9	3,8	90,4	2,2	92,5	3,2	89,3	3,6	94,0	0,7					

Таблица 3. Биологическая эффективность инсектицидов против фитонмуса в производственном опыте ОВХ-28 (200 л/га), 2019 г. Ходжелинский район фермерское хозяйство «Катша мама»

Варианты	Норма расхода препарата, л/га	Среднее количество личинок на 50 стеблей, экз.								Эффективность, % на дни:							
		до обработки		после обработки на дни:						5		10		15		20	
		5	10	15	20	25	S	±m	S	±m	S	±m	S	±m			
Децис, 2,5% к.э.	0,3	27,5	2,1	0	5,1	4,1	0,7	93,8	1,2	100	0	89,8	2,5	82,7	3,7		
Алила, 5% к.э.	0,4	31,1	0	2,1	3,1	3,6	2,2	100	0	95,6	2,1	94,5	1,7	86,6			
Циракс, 2,5% к.э.	0,5	30,2	0	1,1	2,7	4,2	1,0	100	0	97,6	1,4	95,1	1,3	84,0	3,5		
Суперкшл, 10% к.э.	0,7	34,4	0	0	1,7	4,1	1,3	100	0	100	0	97,3	1,0	86,2	4,7		
Бензофосфат, 30% к.э. (эталон)	2,0	35,5	2,1	1,7	5,1	3,7	0,5	95,2	1,5	96,9	1,1	95,7		87,9	2,6		
Контроль (без обработки)	–	30,2	37,5	46,2	54,7	26,1	11,4	–		–		–		–			

должны быть проведены в январе-марте; агротехнических, в том числе внекорневая подкормка и внесение токсцированных гранул – с третьей декады марта – до середины мая, а активные защитные мероприятия – в течение мая. Мероприятия по учету плотности зимующего запаса жуков (для прогноза на следующий год), а также очистки полей, проводятся в сентябре-октябре месяцах.

Список литературы

1. Курдов М. Борьба с фитонимусом // Защита растений. –1985. -№ 6. – С. 37 .
2. Махмудходжаев Н.М., Адиллов Б., Акмалова М., Якубова С. Эффективность осенних обработок против фитонимуса на посевах фуражной люцерны //Интегрированный метод защиты растений, предотвращающий загрязнение окружающей среды. –Ташкент: РЦНТИ «Узинформагрупп», 1993 а. –С. 29-32.
3. Шамуратова Н.Г. Энтомофаги вредителей кормовых культур в условиях Приаралья // IV научно-практ. конф. – Нукус: Билим, 2004. – С. 12-13.

DOI: 10.33775/conf-2021-354-356

UDC 631/635:631.52;633.1

RICE BLAST PROBLEMS IN KAZAKHSTAN

Mynbayeva D.O¹., Usenbekov B.N¹., Zhunusbayeva Zh.K¹., Amirova A.K²., Berkimbay H.A³

¹*Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan*

²*Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan*

³*Kazakh National Agrarian University, Almaty, Kazakhstan*

Abstract. The article observes the issue of blast disease in Kazakhstan. The problem of blast is global, and many scientists around the world are working on its solution. The most practical approach to control the disease is to grow resistant varieties with *Pi*-genes.

Key words: Rice, variety, blast, *Pi*-genes, resistance.

Rice is one of the main crops cultivated in the world. Thanks to its high yield and energy value, more than two billion people feed on its grain. It is grown on an area of more than 160 million hectares, and the volume of world production is 750 million tons, with an average yield of 4.5-4.7 t/ha. The largest rice producers are China, India, as well as the countries of East and South Asia, which are leaders in consumption and produce more than 4/5 of world production of rice groats. Rice is affected by many harmful organisms. One of the main limiting factors in obtaining consistently high yields of rice are diseases, of which the most harmful are blast, helminthosporiosis, and alternaria [1].

Rice blast is a dangerous rice disease caused by the imperfect fungus *Pyricularia oryzae*. Distributed in all rice-growing regions of the world. It is manifested by the formation of spots of various shapes and colors on leaves, leaf sheaths, stem nodes, panicles and seeds. Affected leaves die off, stems break, panicles dry prematurely or form puny seeds. The greatest harm is caused by rice blast during heading-flowering. Yield losses 15-40%. The quality of the grain is also significantly reduced. Plants die during epiphytotic periods. The causative agent of the disease during the growing season has several generations, spreads with the help of conidia, hibernates in the form of mycelium on post-harvest residues (1-3 years) and in seeds. The development of rice blast disease occurs at

high air humidity (not less than 88%) and a temperature of 15-35°C. Possible transmission of infection with irrigation water. Wild rice and other cereals can also serve as a reservoir for the causative agent of rice blast. Control measures: cultivation of resistant varieties; plowing of crop residues; treatment of infected crops with fungicide and dressing of rice seeds. A high degree of contamination of seed and soil leads to the destruction of varieties. An imperfect mushroom, in which a powerful enzymatic apparatus affects the cell, leads to a violation of the integrity of the rice plant and even to its death, affects all aerial parts of the host plant: leaves, nodes, panicles, stems. In case of infection, any protective reactions of the host plant cells that occur after contact with the products of fungal spores infecting them are induced. The harmfulness of the disease is also manifested in a decrease in seed germination, seedling death, loss of individual plants during the growing season, the formation of a smaller amount of grain in the spikelets, as well as the formation of underdeveloped or shriveled seeds. The source of infection of fungal and bacterial diseases is post-harvest plant residues of crops, where the pathogen can persist for a long time, and some wild-growing cereals. Fungal diseases play an important role in reducing the yield of grain crops. Damaging the overhead parts of the plant, they cause tissue death.

Kazakhstan is the northernmost rice-growing region in the world. About 80% of its sown area is concentrated in the Kyzylorda region, which is called the rice land - this crop occupies almost half of the entire grain wedge here. Rice is cultivated in two zones: in the Kyzylorda region on an area of 70-80 thousand hectares and in Almaty - on the Akdalinsky and Karatal massifs - about 15-20 thousand hectares, its average yield is 35-45 c/ha. The main area of distribution and harmfulness of the disease is in the Kyzylorda region, since this region is the main rice-growing area. Outbreaks of blast disease were noted in different years, for the first time in the Kyzylorda region was noted in 1950, then there was a certain lull until 1990. Further manifestation of the disease occurred in 1998, 2005, 2006, in different regions, such as Syrdarya, Zhalagash and Zhanakorgan, respectively. Referring to the research data of scientists from the "Research Institute of Biological Safety Problems", it can be noted that blast disease manifests itself in different forms simultaneously, namely, affecting the leaves and panicle [2].

In terms of scientific and economic importance, the blast pathogen *P.oryzae* leads the "Top 10" fungal plant diseases. Experts emphasize the economic importance of this fungus, the reason for this is the high degree of damage to the cultivated areas, it can literally destroy the crop, which is the basis for feeding half of the world's population. *P.oryzae* forms phytotoxins that cause typical disease symptoms in plants. Blast-resistant rice varieties are also resistant to these toxins.

Until 2007, only dressing agents were used to protect rice from disease in Kazakhstan. This was clearly not enough, and not only because of the difficult phytosanitary situation. For many years local varieties were grown in the republic, the most popular of which was Akmarzhan. During the epiphytotic period of blast disease, its instability to this disease was manifested.

Currently, the most practical yet economical approach to controlling rice blast disease is to use varieties that have disease resistance genes. The blast resistance genes are designated by the symbol "*Pi*" – from the English name Pyricularia. The level of rice resistance to this pathogen is determined by which genes are present in the genotype. Also, in different breeding and genetic programs, a combination of several resistance genes is used. Success in developing blast-resistant rice varieties is largely determined by the availability of sources carrying highly efficient genes.

The use of modern breeding methods, such as marker-mediated breeding, is the best way to counter blast disease. At the moment, research is being carried out in Kazakhstan in this direction. The problem in the face of blast disease is global, and many scientists around the world are working on its solution.

Литература

1. Rsaliyev A.S., Pakhratdinova Zh.U., Amirkhanova N.T., Yskakova G.Sh. National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Series of Biological and Medical, ISSN 2224-5308, Volume 5, Number 311 (2015).
2. Klimenkova T.G., Michailik T.A., Lelyavskaya V.N. Far Eastern Agrarian Journal. 2018. №4(48).

ПЕРЕРАБОТКА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

DOI: 10.33775/conf-2021-357-361

УДК 633.853.52:637.146:665.7.0356

ИЗУЧЕНИЕ РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КИСЛОМОЛОЧНЫХ НАПИТКОВ, ОБОГАЩЕННЫХ СОЕВЫМ ИНГРЕДИЕНТОМ

Стаценко Е. С.

*ФГБНУ ФНЦ «Всероссийский научно-исследовательский институт сои»,
Амурская обл., г. Благовещенск*

Аннотация. В статье представлены результаты исследования условной вязкости и степени синерезиса кисломолочных напитков, обогащенных соевым белковым ингредиентом.

Ключевые слова: реологические свойства, кисломолочные напитки, корреляционно-регрессионный анализ, влагоудерживающие свойства, соевый белок.

DOI: 10.33775/conf-2021-357-361

UDC 633.853.52:637.146:665.7.0356

STUDY OF THE RHEOLOGICAL PROPERTIES OF FERMENTED MILK DRINKS ENRICHED WITH SOY INGREDIENT

Statsenko E.S.

FSBSI FRC All-Russian Soybean Research Institute, Blagoveschensk

Abstract. The article presents the results of a study of the conditional viscosity and the degree of syneresis of fermented milk drinks enriched with a soy protein ingredient.

Key words: rheological properties, fermented milk drinks, correlation-regression analysis, water-holding properties, soy protein.

Реологические свойства наряду с органолептическими показателями играют важную роль при выборе кисломолочного напитка [1-3]. Измерение реологических свойств жидкости кисломолочных напитков значительно дополняет характеристику их структуры и консистенции [2, 3]. Синерезис – это самопроизвольное отделение сыворотки из сгустка. Степень синерезиса является важным показателем

телем реологических свойств кисломолочных продуктов, так как определяет прочность сгустка и их потребительские свойства. В кисломолочных напитках этот показатель может вызывать пороки консистенции [4]. Показатель вязкости также имеет важное значение при производстве кисломолочных напитков и влияет на физико-химические процессы. Потребитель связывает с вязкостью и вызванным ею восприятием «приятного ощущения во рту» представление о качестве жидких молочных продуктов [1, 3].

Целью настоящих исследований являлось изучение условной вязкости и степени синерезиса кисломолочных напитков, обогащенных соевым белковым ингредиентом.

Объектами исследований являлись контрольный и опытный образцы кисломолочных напитков «Бифивит» и «Иммуновит» без добавления и с добавлением соевого белкового ингредиента (СТО 00668442-002-2020). Определение реологических показателей осуществляли с использованием общепринятых методик [1, 3, 5].

При получении обогащенных кисломолочных напитков использовали соевый белковый ингредиент (СБИ), полученный путем проращивания соевого зерна в течение 24 часов при температуре 26 °С, бланширования его паром, сушки до влажности 9-10 % и измельчения в муку [6]. Далее полученную добавку вносили в предварительно подготовленное коровье молоко (м.д.ж. 2,5 %) в количестве 1-9 % от общей массы, гомогенизировали, добавляли бактериальные закваски прямого внесения «Бифивит» и «Иммуновит» и отправляли на сквашивание в термостат при температуре 38-40 °С в течение 6-8 часов. [7]. Реологические свойства сгустков кисломолочных напитков изучали после охлаждения полученных напитков до температуры 20 °С (табл.) [5].

Анализ полученных данных свидетельствует о том, что степень синерезиса с добавлением СБИ в кисломолочный напиток «Бифивит» и «Иммуновит» уменьшается с 19,87 и 19,00 мл в контроле до 7,07 и 2,98 мл в образце с максимальным количеством добавки, соответственно (рис.1).

Высокие влагоудерживающие свойства СБИ определяются наличием в соевом зерне белков, полисахаридов, которые в процессе набухания связывают и удерживают влагу. Изменение степени синерезиса (*DS*) сгустков кисломолочных напитков при добавлении СБИ (*C_{СБИ}*) можно описать с помощью корреляционно-регрессионного анализа:

для кисломолочного напитка «Бифивит»:

$$DS_B = 20,363 - 1,501 \cdot C_{СБИ} \quad (1)$$

при коэффициенте множественной корреляции $R=0,9879$.
для кисломолочного напитка «Иммуновит»:

$$DS_{И} = 20,853 - 1,855 \cdot C_{СБИ} \quad (2)$$

при коэффициенте множественной корреляции $R=0,9684$.

Таблица. Структурно-механические показатели сгустков напитков «Бифивит» и «Иммуновит» без добавления и с добавлением СБИ в количестве 1-9 % ($M \pm m$)

Массовая доля СБИ	«Бифивит»		«Иммуновит»	
	степень синерезиса, мл	условная вязкость, сек	степень синерезиса, мл	условная вязкость, сек
Контроль	19,87±0,13	23,98±0,08	19,00±0,08	30,15±0,09
1	18,00±0,12	26,05±0,07	18,08±0,06	31,25±0,04
2	18,07±0,12	27,13±0,03	18,00±0,15	32,10±0,04
3	17,03±0,15	30,03±0,12	17,03±0,20	33,23±0,09
4	14,2±0,12	32,15±0,07	15,10±0,09	35,15±0,04
5	12,93±0,07	32,05±0,6	12,88±0,12	37,25±0,07
6	12,10±0,12	33,18±0,09	7,98±0,15	38,08±0,10
7	8,9±0,10	38,18±0,02	6,95±0,07	41,10±0,10
8	7,93±0,12	43,98±0,09	7,03±0,02	43,13±0,06
9	7,07±0,07	47,13±0,10	2,98±0,03	44,03±0,12

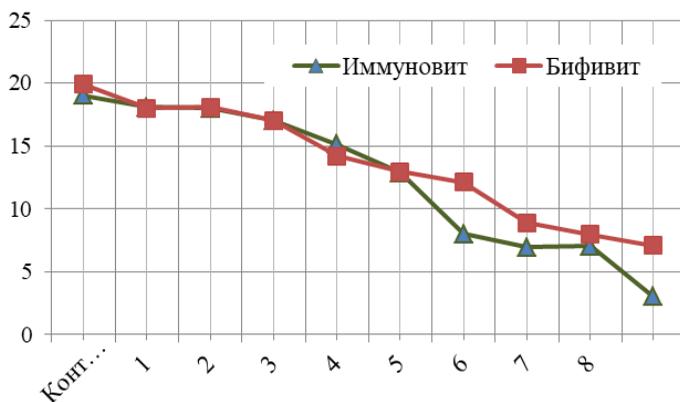


Рисунок 1. График изменения степени синерезиса кисломолочных напитков при добавлении СБИ

Из уравнений 1 и 2 следует, что между степенью синерезиса (DS) и концентрацией вводимого СБИ ($C_{СБИ}$) существует обратно пропорциональная связь. При этом, чем больше концентрация СБИ, тем меньше степень синерезиса.

Вязкость напитка «Бифивит» увеличивалась с 23,98 (контрольный образец) до 47,13 секунд, а напитка «Иммуновит» – с 30,15 до 44,03 секунд в образце с максимальным количеством СБИ (рис. 2).

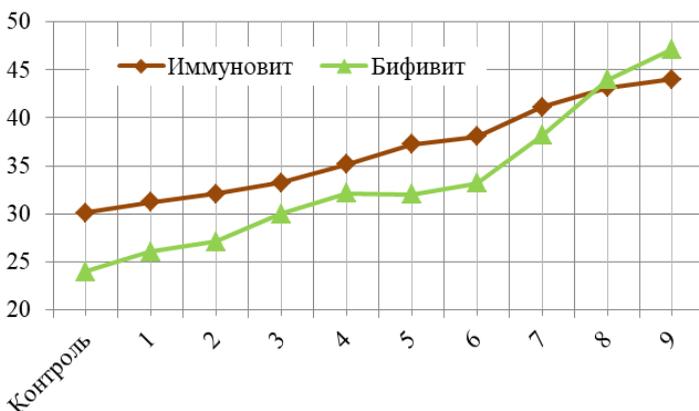


Рисунок 2. График изменения вязкости сгустка напитка «Бифивит» при обогащении СБИ

Изменение вязкости кисломолочных напитков (V) при добавлении СБИ также можно описать с помощью корреляционно-регрессионного анализа:

для кисломолочного напитка «Бифивит»:

$$V_B = 22,519 + 2,415 \cdot C_{СБИ} \quad (3)$$

при коэффициенте множественной корреляции $R=0,9617$.

для кисломолочного напитка «Иммуновит»:

$$V_H = 29,191 + 1,635 \cdot C_{СБИ} \quad (4)$$

при коэффициенте множественной корреляции $R=0,9907$.

Из уравнений 3 и 4 следует, что между вязкостью (V) и концентрацией вводимого СБИ ($C_{СБИ}$) существует прямо пропорциональная связь, то есть, чем больше концентрация СБИ, тем больше вязкость напитка.

Таким образом, введение СБИ в кисломолочные напитки «Бифивит» и «Иммуновит» улучшает их реологические свойства, повышая условную вязкость и влагоудерживающую способность белков сгустка. Установлено, что после 72 часов хранения на поверхности напитков не наблюдается отделение сыворотки, что также подтверждает улучшение их реологических свойств и исключает необходимость использования в рецептуре напитков стабилизаторов.

Литература

1. Тёпел А. Химия и физика молока / А. Тепел. – Пер. с нем. под ред. канд. техн. наук, доц. С.А. Фильчаковой – СПб.: Профессия, 2012. – 832 с.
2. Голубева Л.В., Долматова О.И., Губанова А.А., Гребенкина А.Г. Изучение процесса синерезиса кисломолочных напитков // Пищевая промышленность. 2015. № 4. С.42-43.
3. Косой В. Д. Реология молочных продуктов (полный курс): учебник / В. Д. Косой, Н. И. Дунченко, М. Ю. Меркулов. – М.: ДеЛи принт, 2010. – 826 с.
4. Голубева Л. В. Формирование консистенции молочного коктейля / Л. В. Голубева и др. // Пищевая промышленность. – 2013. – № 1. – С. 42–43.
5. Лабораторный практикум по технологии молока и молочных продуктов / И.С. Хамагаева, Р.А. Васильева, Г.Б. Лев и др. – Улан-Удэ: Изд-во ВСГТУ, 2000. 82 с.
6. Стаценко Е.С. Разработка технологии пищевой добавки на основе соевого зерна биотехнологической модификации // Техника и технология пищевых производств. 2019. Т. 49. №. 3. С. 367-374. DOI: 10.21603/2074-9414-2019-3-367-374.
7. Крусъ Г.Н. Технология молока и молочных продуктов / Г.Н. Крусъ, А.Г. Храпцов, З.В. Волокитина и др. (под ред. А.М. Шалыгиной). – М.: КолосС, 2006. – 455 с.

DOI: 10.33775/conf-2021-362-363

UDC 633.18(620)

CURRENT STATUS FOR RICE PRODUCTION OF JAPONICA TYPE VARIETIES IN EGYPT

Prof. Dr: Mahmoud I. Abo-Youssef

*General director –Rice Research Department – FCRI- ARC.- Egypt.
Abo_yousef709@yahoo.com*

Rice is the stable food crop in Egypt where people typically eat rice two or three times a day of the ever increasing populations, but decreasing arable land due to shortage of irrigation water, as well as increase labors and fertilizer costs. The total cultivated area during 2020 season was 0.549 million ha., comparing to 0.660 million ha., during 2017 season with decreasing percentage 20,2 %, the total production during 2020 season was 4.953 million ton comparing to 5.764 million ton paddy rice during 2017 season with decreasing 16.4 %, moreover, the average national production was 9.2 t/ha., during 2020 season comparing to 8.73 t/ha., during 2017 season with increase 3.2 %, also, Per capita was 40.24 kg/person during 2020 season, while it was 46.83 kg/person during 2017 season on the base total populations was 80 million person with decrease 16.4 % for person, that may be referred to active of the national campaign. (Economic Affairs Sector 2020). So, the main objectives for rice breeding program, develop high and stable yield potential, disease resistance, heat tolerance and seedling vigor, early maturity, lodging resistance and high quality rice consistent with short grain type. So, tow new rice varieties as Japonica type Sakha 108 was released during 2018 with total cultivated area 20 % during 2020 season and Sakha 109 released during 2020 season. Moreover two new promising lines as Japonica type under releasing.

DOI: 10.33775/conf-2021-362-363

УДК 631.18(620)

ТЕКУЩИЙ СТАТУС ПРОИЗВОДСТВА РИСА ПОДВИДА ЯПОНИКА В ЕГИПТЕ

Д-р Махмуд И. Або-Юссеф

*Генеральный директор - Департамент исследований риса - FCRI -
ARC. - Египет.*

Abo_yousef709@yahoo.com

Рис является основной пищевой культурой в Египте, где люди обычно едят рис два или три раза в день из-за постоянного роста населения. В настоящее время происходит сокращение пахотных земель из-за нехватки воды для орошения, а также увеличиваются затраты на рабочую силу и удобрения. Общая посевная площадь в 2020 году составила 0,549 млн га по сравнению с 0,660 млн га, в 2017 году с процентным снижением 20,2%, общее производство в 2020 году составило 4,953 млн тонн по сравнению с 5,764 млн тонн риса-сырца в 2017 со снижением на 16,4%, при этом среднее национальное производство составило 9,2 т / га., в 2020 году по сравнению с 8,73 т / га., в 2017 году с увеличением на 3,2%, также потребление риса на душу населения в 2020 году составило 40,24 кг на человека, в то время как в 2017 года оно составлял 46,83 кг / чел. при базовой общей численности населения 80 млн. чел. с уменьшением на 16,4% на человека, что можно отнести к активу общенациональной кампании. (Сектор экономики 2020). Итак, основной задачей программы селекции риса является создание короткозерных сортов с высоким и стабильным потенциалом урожайности, устойчивых к заболеваниям и повышенным температурам, с повышенной дружностью всходов, ранним сроком созревания, устойчивых к полеганию и с высоким качеством зерна. Так было создано два новых сорта риса: Sakha 108 в 2018 году, с посевной площадью в 2020 году - 20% от общей площади. Sakha 109 был районирован в 2020 году. Кроме того, в стадии испытаний находятся две новые перспективные линии подвита японика.

DOI: 10.33775/conf-2021-364-365

UDC 631.522:632:633.18

**DEVELOPMENT OF INTROGRESSION LINES WITH DURABLE
BLAST RESISTANCE GENES FOR TEMPERATE RICE
GROWING REGIONS**

*Mary Jeanie Yanoria, Gilda Jonson, Il-Ryong Choi and Ricardo Oliva**

International Rice Research Institute, Philippines,

E-mail: r.oliva@irri.org

Rice blast is one of the important rice diseases in temperate rice growing areas in the world. The use of a variety that can confer broad and long lasting blast resistance is an effective disease control. To develop the introgression lines, five tropical- japonica varieties that can be grown in the temperate regions such as IRRI 142, IRRI152, IRRI157, IRRI202 and IRRI236 were selected as the recipient of three blast resistance genes *Pi9*, *Pi35*, *Pi2-A35* that express complete and partial resistance. Genotype data using five resistance genes diagnostic DNA markers reveal that those five varieties may contain already *Pi35* and either of *Pi9* or *Pi2-A35*. But the introgression of the gene(s) which is not included on those varieties will improve the durability of its resistance to rice blast. The targeted resistance gene is transferred individually through marker aided backcrossing and selection at least four times and succeeding selfing until BC4F4 to fix the lines. The F1 resistant progenies are selected for backcrossing using a dominant DNA marker. Then from BC1F1 until BC4F1 generations a suitable polymorphic molecular marker will be developed and used to select the homozygous resistant progenies and lines. These homozygous lines phenotypically similar to recipient parent will be selected and field evaluated. Progress of these results will be presented during the conference.

Keywords: Rice, blast resistance, markers, introgression, back cross

DOI: 10.33775/conf-2021-364-365

УДК 631.522:632:633.18

СОЗДАНИЕ ИНТРОГРЕССНЫХ ЛИНИЙ С ГЕНАМИ ДЛИТЕЛЬНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ К ПИРИКУЛЯРИОЗУ ДЛЯ РЕГИОНОВ ВЫРАЩИВАНИЯ РИСА С УМЕРЕННЫМ КЛИМАТОМ

Мэри Джини Янория, Джильда Джонсон, Иль-Рионг Чой, Рикардо Олива

Международный институт риса, Филиппины,

E-mail: r.oliva@irri.org

Пирикуляриоз является одним из наиболее серьезных заболеваний риса в регионах с умеренным климатом. Использование сортов, которые смогут обеспечить длительную устойчивость широкого спектра, является эффективным средством борьбы с заболеванием. Для создания интрогрессных линий, пять сортов риса подвида японика IRRI 142, IRRI152, IRRI157, IRRI202 и IRRI236 были отобраны в качестве реципиентов трех генов устойчивости к пирикуляриозу *Pi9*, *Pi35*, *Pi2-A35*, обеспечивающих полную и частичную устойчивость. Генотипирование данных с использованием диагностических ДНК маркеров показало, что эти пять сортов могут уже содержать ген *Pi35* и *Pi9* или *Pi2-A35*. Однако интрогрессия генов, не содержащихся в этих сортах поможет повысить длительность их устойчивости к пирикуляриозу. Целевой ген устойчивости переносится индивидуально путем маркер-опосредованных обратных скрещиваний и отборов по меньшей мере 4 раза с последующим самоопылением до получения BC4F4 для закрепления линий. Устойчивое потомство F1 было отобрано для беккроссинга с использованием доминантного ДНК маркера. Затем, начиная с BC1F1 и до получения BC4F1 используется подходящий полиморфический молекулярный маркер для отбора устойчивых гомозиготных поколений и линий. Гомозиготные линии, фенотипически идентичные реципиентному родителю будут отобраны и оценены в полевых условиях. Результаты данных исследований будут представлены в ходе конференции.

Ключевые слова: Рис, устойчивость к пирикуляриозу, маркеры, интрогрессия, обратное скрещивание

СОДЕРЖАНИЕ

Приветственное слово С.В. Гаркуши, врио директора Федерального научного центра риса, доктора сельскохозяйственных наук, профессора	3
СЕЛЕКЦИЯ, ГЕНЕТИКА И ФИЗИОЛОГИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР	5
Костылев П.И., Аксенов А.В., Краснова Е.В. Селекционная работа по созданию суходольного риса	5
Ян Су, Ю Цзе Чжан, Лин Ли, Синь Хуанг, Чжэ Гуо, Мэйлин Ли, Сяоин Йе, Сяомэй Цзя, Цзяньцин Чжу. Влияние марганцевого стресса на рост, содержание селена и марганца у красного риса, обогащенного селеном	14
Лили Ван, Цзуобинь Ма, Хоусян Кан, Шуанг Гу, Жанна Мухина, Чанхуа Ван, Хуэй Ван, Юаньцзюнь Бай, Гоминь Суй, Дяньжун Ма и Вэньцин Чжэн. Ген устойчивости к пирикулярриозу <i>Pi65</i> с доменом LRR-RLK необходимый для устойчивости к <i>M. Oryzae</i>	40
Костылев П.И., Краснова Е.В., Аксенов А.В. Новые сорта риса Капитан и Аргмак	61
Zhe Guo, Ling li, Meilin Li, Yang Su, Xin Huang Rice Research Institute of Sichuan Agricultural University, China. Rice research process in China	69
Краснова Е.В., Костылев П.И., Аксенов А.В. Выявление оптимальных величин признаков для формирования максимальной урожайности сортов риса в контрольном питомнике	72
Зима Д.Е. Варьирование содержания белка в семенах сои в зависимости от мест репродукции	81
Туманьян Н.Г. Таможенное сотрудничество в рамках стран членов ЕАЭС. Новое в 2020, 2021 г.	89
Кумейко Т. Б. Характеристика новых сортов риса российской селекции урожая 2020 г. по пробе Литтла и показателям варки	94
Филиппова Е.А., Мальцева Л.Т., Банникова Н.Ю., Дробот И.А., Катаева Н.В. Формирование физических свойств зерна сортов яровой мягкой пшеницы в лесостепной зоне Зауралья	97
Королева Е.В., Петров А.Ф., Чудинова Ю.В. Формирование генетической коллекции сортов однолетних цветочных культур рода <i>Clarkia Purch.</i> на базе Новосибирского ГАУ и оценка посевных качеств семян	104
Чебанова Ю.В., Демулин Я.Н. Наследование размеров семян в F ₁ у гибридов подсолнечника межеумочно-грызового типа	111

Демурин Я.Н. Тронин А.С., Децына А.А., Каменева Н.В. Создание крупноплодной популяции подсолнечника с устойчивостью к сульфонилмочевинным гербицидам	115
Есаулова Л.В. Новые сорта риса и овощных культур селекции ФГБНУ «ФНЦ риса»	121
Ершова Л.А., Голова Т.Г., Кузьменко С.А. Параметры адаптивности сортов ярового ячменя по продуктивности и качеству зерна	124
Батырбаев Е.Б., Зиядуллаев Э.З., Жалгасбаев А.Б., Алимов А.Б., Бекбанов Б.А. Повышение устойчивости образцов озимой пшеницы к низким температурам	130
Бекбанов Б.А., Нагыметов О., Айтмуратов Р.М., Исмаилов О.Т. Формирование элементов продуктивности у сортов яровой пшеницы	134
Борцова Ю.В. Результаты селекции огурца в открытом грунте Кировской области	138
Гаркуша С.В., Зеленский Г.Л. Вклад российских ученых в развитие рисоводства Казахстана	142
Коротенко Т.Л., Юрченко С.А. Фенотипирование генплазмы риса и набора сортов-дифференциаторов на устойчивость к локальной популяции патогена <i>Pyricularia oryzae</i> на юге России	149
Полякова Н.В., Королёва С.В. Изучение гетерозисного эффекта по количественным признакам при создании гибридов F ₁ перца сладкого	157
Брагина О.А., Ладатко В.А. Скрининг генотипов риса на устойчивость к пирикулярриозу (<i>Pyricularia oryzae</i> Cav.)	163
Папулова Э.Ю., Ольховая К.К. Качество зерна сортов риса, выращенных в Абинском районе Краснодарского края в 2016 – 2019 гг.	167
Гаркуша С.В., Тешева С.А., Пищенко Д.А. Семеноводство как основной фактор повышения урожайности риса	172
Чижикова С.С., Ольховая К.К. Технологические признаки качества зерна крупнозерных сортов риса различного происхождения	176
Харитонов Е.М., Гончарова Ю.К. Черные и красные российские сорта риса, как фавориты по содержанию антиоксидантов	181
Бухаров А.Ф., Еремина Н.А. Коэффициент корреляции морфологических параметров семян овощных зонтичных культур, как элемент селекционной модели	186
Перевязка Д.С., Перевязка Н.И., Супрунов А.И. Изучение биохимических показателей зерна новых раннеспелых и среднеранних гибридов кукурузы	192

Перевязка Н.И., Перевязка Д.С., Супрунов А.И. Оценка новых ультрараннеспелых гибридов кукурузы в экологических сортоиспытаниях	196
Сердюк В.В., Горлова Л.А., Бочкарева Э.Б. Получение полиплоидов рапса ярового	200
Сердюк О.А., Трубина В.С., Горлова Л.А. Анализ поражения болезнями озимой и яровой формы рыжика посевного (<i>Camelina sativa</i> (L.) Crantz) в центральной зоне Краснодарского края	204
Утамбетов О.П., Бекбанов Б.А., Кайпов И., Адильбеков М. Перспективные сорта сои для северных районов Каракалпакстана	209
Пустовалов Р.А., Коротенко Т.Л. Географические различия в формировании продуктивности сортов риса зарубежной селекции на юге России	213
Козлова И.В. Использование камеры искусственного климата с целью сокращения периода создания гибридов томата	220
Чухирь И.Н., Чухирь Н.П. Наследование высоты растений и других признаков продуктивности у риса	224
Кошкарлова Т.С. Соя – ценная сельскохозяйственная культура	229

БИОТЕХНОЛОГИЯ И МОЛЕКУЛЯРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ

Мартеха А.Н. Ферментативная деструкция при производстве кормов	234
Мартыненко Н.В. Влияние <i>Cercospora sojina</i> Нага на рибонуклеазную активность <i>Glycine max</i>	238
Савенко Е. Г., Глазырина В. А., Шундрин Л. А. Оптимизация биотехнологических методов и их практическое применение для селекции риса (<i>Oryza sativa</i> L.)	243

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Джуманазарова А.Т., Генжемуратов А.С., Жумамуратов Д.К. Изменение режима и использование пресных подземных вод Южного Приаралья	249
Зубарева К.Ю. Инокулянты в технологии возделывания сои	254
Скаженник М.А., Чижиков В.Н., Шеченко А.В., Воробьев Ю. Д., Пшеницына Т.С. Мониторинг рисовой оросительной системы на основе дистанционного зондирования	258
Каримбаев К.С., Шамуратова Н.Г. Интенсивное выращивание (<i>Oryza sativa</i>) риса в Каракалпакстане	261

Кружилин И.П., Ганиев М.А., Новиков А.Е., Новиков А.А., Родин К.А. Возделывание разных по спелости сортов риса по инновационной технологии при поливе дождеванием	264
Волкова Е.С., Шайкова Т.В., Дятлова М.В., Степанова Е.В., Степанова И.А. Влияние удобрений и биопрепаратов на некоторые показатели роста и развития кормовой озимой ржи	268
Сухопалова Т. П. Агротехнологические приемы возделывания льна масличного в Нечерноземной зоне РФ	276
Занозина О.Д., Бушнев А.С., Трубина В.С. Продуктивность горчицы сарептской в зависимости от нормы высева семян	280
Гладкая А.С. Рапс (<i>Brassica napus</i> Z.) как перспективная кормовая культура	284
Черникова О.В., Мажайский Ю.А. Использование биостимуляторов в предпосевной обработке семян	288

ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВ И УДОБРЕНИЯ

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР 292

Тараненко В.В., Шарифуллин Р.С. Влияние внекорневой подкормки на урожай и качество подсолнечника	292
Иванова О.М., Макаров М.Р. Продуктивность и экономическая эффективность кукурузы на зерно на чернозёме типичном Тамбовской области	297
Магомедов Н.Р., Казиметова Ф.М., Сулейманов Д.Ю. Некоторые результаты исследований по применению органо-минеральных удобрений под культуру риса в условиях Терско-Сулакской подпровинции	302
Чевердин Ю.И., Чевердин А.Ю. Эффективное плодородие в посевах кукурузы при использовании биопрепаратов	307
Шеуджен А.Х., Бондарева Т.Н., Хачмамук П.Н., Максименко Е.П., Галай Н.С. Вынос урожаем риса элементов минерального питания при сеникации посевов	311
Чевердин Ю.И., Титова Т.В., Беспалов В.А. Содержание обменного калия в гидроморфных почвах Каменной Степи	317
Белюсов И.Е. Некорневые подкормки сортов риса и технология их проведения	321
Паращенко В.Н., Чижиков В.Н. Изменение агрохимических показателей лугово-чернозёмной почвы в рисовом севообороте с многолетними травами	327

ЭКОЛОГИЯ И ЗАЩИТА ОТ ВРЕДНЫХ ОРГАНИЗМОВ

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР	331
Данилова А. В., Изварина А. Г., Нтунзвенимана Э., Волкова Г. В. Устойчивость сортов озимого ячменя селекции юга России к возбудителю карликовой ржавчины в разные фазы развития растений	331
Кудрявцев Н. А., Зайцева Л.А. Новые средства рационального ограничения распространения сорняков и болезней льна	336
Шипшева З.Л., Шабатуков А.Х., Кимова Д.А., Шидова Л.Х., Хромова Л.М. Хлопковая совка и стеблевой кукурузный мотылек на посевах кукурузы в условиях степной зоны КБР	339
Саенко Г.М. Распространённость болезней сои в разных регионах РФ	343
Шамуратова Н.Г., Шамуратов Б.Г., Хамидуллаев Ж.У., Керимбаева А.А. Оптимальные методы защиты люцерны от фитономуса <i>Phytonomus variabilis</i> HBST в условиях Республики Каракалпакстан	348
Мунбайева D.O., Usenbekov B.N., Zhunusbayeva Zh.K., Amirova A.K., Berkimbay H.A. Rice blast problems in Kazakhstan	354
ПЕРЕРАБОТКА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ	357
Стаценко Е.С. Изучение реологических свойств кисломолочных напитков, обогащенных соевым ингредиентом	357
ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ.....	362
Махмуд И. Або-Юсефф. Текущий статус производства риса подвита японика в Египте.....	362
Мэри Джини Янория, Джильда Джонсон, Иль-Рионг Чой, Рикардо Олива. Создание интрогрессных линий с генами длительной устойчивости к пирикулярриозу для регионов выращивания риса с умеренным климатом.....	364

ДЛЯ ЗАМЕТОК

**СЕЛЕКЦИЯ, СЕМЕНОВОДСТВО, ТЕХНОЛОГИЯ
ВОЗДЕЛЫВАНИЯ
И ПЕРЕРАБОТКА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ
КУЛЬТУР**

Материалы

Международной научно-практической конференции
26-27 августа 2021 г.

**BREEDING, SEED PRODUCTION, CULTIVATION
TECHNOLOGY AND PROCESSING OF AGRICULTURAL
CROPS**

Proceedings of

International Scientific and Practical Conference
August 26-27, 2021

Издательство «ЭДВИ».

Россия, 350012, г. Краснодар, ул. Лукьяненко, 95/7.

Тел./факс: (861) 222-01-02, 222-75-55, 220-12-56,

e-mail: info@edvi.ru

Подписано в печать 12.08.2021. Формат 60×84 1/16.

Бумага офсетная 80 г/м². Офсетная печать.

Заказ № 200037. Тираж 200 экз.