

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ИСПЫТАНИЯ СОРТОВ РИСА «АНЦ «ДОНСКОЙ» В КРАСНОДАРСКОМ КРАЕ

П.И. Костылев¹, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства риса, ORCID ID: 0000-0002-4371-6848;
М.А. Ладатко², кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий, ведущий научный сотрудник лаборатории сортовой агротехники и паспортизации сортов риса, ORCID ID: 0000-0001-7507-8927;
Е.В. Краснова¹, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства риса, ORCID ID: 0000-0002-3392-4774;
И.А. Зеленева², младший научный сотрудник лаборатории сортовой агротехники и паспортизации сортов риса, ORCID ID: 0000-0002-6723-7403;
Б.В. Фолиянц², младший научный сотрудник лаборатории сортовой агротехники и паспортизации сортов риса, ORCID ID: 0000-0001-7198-253X;
А.В. Аксенов¹, агроном лаборатории селекции и семеноводства риса, ORCID ID: 0000-0002-6641-878X

¹ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской», 347740, Ростовская обл., г. Зерноград, Научный городок, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru;

²ФГБНУ «Федеральный научный центр риса», 350921, г. Краснодар, пос. Белозерный, 3

Для повышения урожайности и валового сбора риса большое значение имеет создание новых сортов и их своевременное использование в производстве. Регулярно в ФНЦ риса и «АНЦ «Донской» создают более продуктивные сорта с повышенной устойчивостью к болезням и другим факторам. У каждого сорта формируется специфическая реакция на различные агроэкологические условия, что влияет на величину урожайности, которая является основным показателем стоимости и востребованности в растениеводстве. Статья показывает анализ результатов эколого-производственного испытания пяти сортов риса в 2020–2021 гг. на полях четырех хозяйств Краснодарского края, что позволило выявить существенные различия по их урожайности. Урожайность сортов риса значительно колебалась в зависимости от варианта опыта. В ЭСОС «Красная» в среднем за 2 года по трем предшественникам и двум вариантам удобрений лидировал сорт Капитан, сформировавший урожайность 7,26 т/га и превысивший стандарт Рапан на 0,37 т/га. В РПЗ «Красноармейский» он также показал максимальную урожайность (7,11 т/га). В 2021 году сорт Капитан показал урожайность в АО «Агрокомплекс «Россия» (8,47 т/га) и АФ «Кубань» (5,00 т/га) на уровне нового стандарта Рапан 2. Урожайность изученных сортов высоко положительно коррелировала с длиной метелки ($r = 0,83 \pm 0,13$), массой 1000 зерен ($r = 0,97 \pm 0,10$), массой зерна с метелки ($r = 0,97 \pm 0,15$) и средне – с высотой растений ($r = 0,67 \pm 0,20$) и количеством продуктивных стеблей на единице площади ($r = 0,59 \pm 0,18$). В экологическом испытании в четырех хозяйствах, при больших различиях в абсолютных значениях, урожайность сортов риса тесно положительно коррелировала между собой (r – от 0,804 до 0,999). Для выращивания в Краснодарском крае рекомендован высокоурожайный сорт совместной селекции «АНЦ «Донской» и ФНЦ риса Капитан, сформировавший высокую урожайность.

Ключевые слова: рис, сорт, урожайность, экологическое испытание, корреляция признаков.

Для цитирования: Костылев П.И., Ладатко М.А., Краснова Е.В., Зеленева И.А., Фолиянц Б.В., Аксенов А.В. Результаты экологического испытания сортов риса «АНЦ «Донской» в Краснодарском крае // Зерновое хозяйство России. 2022. № 1(79). С. 22–29. DOI: 10.31367/2079-8725-2022-79-1-22-29.



ECOLOGICAL TESTING RESULTS OF THE RICE VARIETIES OF THE ARC “DONSKOY” IN THE KRASNODAR TERRITORY

P.I. Kostylev¹, Doctor of Agricultural Sciences, main researcher of the laboratory for rice breeding and seed production, ORCID ID: 0000-0002-4371-6848;
M.A. Ladatko², Candidate of Agricultural Sciences, head and leading researcher of the laboratory for varietal agrotechnologies and rice certification, ORCID ID: 0000-0001-7507-8927;
E.V. Krasnova¹, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory for rice breeding and seed production, ORCID ID: 0000-0002-3392-4774;
I.A. Zeleneva², junior researcher of the laboratory for varietal agrotechnologies and rice certification, ORCID ID: 0000-0002-6723-7403;
B.V. Foliyants², junior researcher of the laboratory for varietal agrotechnologies and rice certification, ORCID ID: 0000-0001-7198-253X;
A.V. Aksenov¹, agronomist of the laboratory for rice breeding and seed production of rice, ORCID ID: 0000-0002-6641-878X

¹Agricultural Research Center “Donskoy”, 347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru;

²Federal Research Center of Rice, 350921, Krasnodar, v. of Belozerny, 3

In order to increase gross harvest and productivity of rice, the development of new varieties and their timely use in production is of great importance. The Federal Research Center of Rice and Agricultural Research Center “Donskoy”

regularly develop more productive varieties with improved resistance to diseases and other factors. Each variety forms a specific response to various agro-ecological conditions, which affects productivity, which is the main indicator of cost and demand in crop production. The purpose of the current study was a joint ecological testing of new rice varieties, developed in the Agricultural Research Center "Donskoy" in the growing conditions of the Krasnodar Territory jointly with the Federal Research Center of Rice. The study has revealed significant differences in the productivity. The yields of rice varieties varied significantly depending on the variant of the trial. In the ESOS "Krasnaya" the variety 'Kapitan' sown after three forecrops and with two variants of fertilizing was the best one, forming 7.26 t/ha and exceeding the standard variety 'Rapan' on 0.37 t/ha. In the RPZ "Krasnoarmeisky", the variety also produced the maximum yield (7.11 t/ha). In 2021, the variety 'Kapitan' produced 8.47 t/ha in the JSC "Agrocomplex Rossiya" and 5.00 t/ha in the AF "Kuban" at the level of the new standard 'Rapan 2'. The productivity of the studied varieties highly positively correlated with the traits 'length of panicle' ($r = 0.83 \pm 0.13$), '1000-kernel weight' ($r = 0.97 \pm 0.10$), 'kernel weight per panicle' ($r = 0.97 \pm 0.15$); there was a mean positive correlation with the traits 'plant height' ($r = 0.67 \pm 0.20$) and 'number of productive stems per area unit' ($r = 0.59 \pm 0.18$). In the ecological testing in four farms, rice productivity was closely positively correlated with each other (r was from 0.804 to 0.999) with large differences in absolute values. For cultivation in the Krasnodar Territory there has been recommended a high-productive variety 'Kapitan' of joint breeding of the ARC "Donskoy" and the FSC of Rice.

Keywords: rice, variety, productivity, ecological testing, trait correlation.

Введение. Сорт играет важную роль в получении высоких урожаев. Успех рисоводства в значительной степени зависит от научно обоснованной и своевременной сортоисменности. Поэтому для повышения продуктивности этой культуры нужно постоянно обновлять посевной материал более адаптивными сортами для конкретных агроклиматических зон.

Такие естественные факторы окружающей среды, как осадки, температура и т.д. позволяют подразделить районы производства риса в России на несколько экологических зон. Урожайность зерна риса у одних и тех же сортов может быть высокой, средней и низкой в связи с различным плодородием почв на различных полях. Продуктивность риса можно увеличить с применением оптимальной технологии выращивания и подбора лучшего сорта.

Изучение местоположений полей и отдельных экологических условий помогает в определении более адаптированных сортов для улучшения урожайности при одновременном обеспечении устойчивой агроэкологической интенсификации. Это будет способствовать устойчивости экосистем и развитию сельского хозяйства (Nayak et al., 2019).

Выбор сортов риса с широкой адаптацией к различным сельскохозяйственным условиям важен до вынесения рекомендаций по сортам, чтобы добиться высокого уровня внедрения сортов. Многоместные испытания сортов риса на адаптивность, проводимые на полях, включают несколько сортов и повторений (Sumith, 2001).

Успешное выращивание сельскохозяйственных культур в настоящее время невозможно без селекции и семеноводства, которые являются самыми мощными, экологически чистыми рычагами для увеличения урожайности и качества продукции. Реальная эффективность сорта или гибрида определяется своевременным и адаптивным его районированием. Роль селекционных сортов для повышения продуктивности сельскохозяйственных растений в последнее время составляет 30–70% (Жученко, 2001).

В получении стабильных и высоких урожаев риса ведущая роль принадлежит использованию лучших сортов, гармонично сочетающих

продуктивность и технологические показатели качества зерна и крупы, адаптированных для возделывания в основных рисоводческих районах (Dzhamirze et al., 2020).

Подбор и использование в производстве новых, наиболее адаптированных и урожайных сортов риса является важным фактором, способствующим увеличению его производства. Рост урожайности, валового сбора и качества зерна происходит благодаря внедрению в производство новых интенсивных сортов риса, определяющих эффективность рисоводства. Для его успешного развития необходимо расширить ассортимент используемых сортов с различными технологическими особенностями для разнообразных агроклиматических условий (Малышева и др., 2017).

Современная эффективная селекция, быстрая смена сортов и их возделывание на базе агроландшафтных особенностей местности в последнее время позволили достичь неплохих результатов выращивания риса (Гаркуша, 2019).

Благодаря широкому экологическому испытанию можно определить приспособленность новых сортов сельскохозяйственных растений для возделывания в различных регионах, выявить ареалы их возможного размещения (Ковтунова и др., 2018; Кривошеев и др., 2018; Гольдварг и др., 2020).

Поэтому с целью оптимального подбора новых сортов риса, созданных в «АНЦ «Донской», совместно с ФГБНУ ФНЦ риса были проведены их экологические испытания в производственных условиях Краснодарского края.

Материалы и методы исследований. Объектами исследований послужили 5 сортов риса (Рапан, Рапан 2, Акустик, Пируэт, Капитан), из них первые два созданы в ФНЦ риса, остальные три – в ФГБНУ «АНЦ «Донской». По вегетационному периоду сорта относятся к среднеспелой группе – 120–125 дней. Стандартом в 2020 году служил сорт Рапан, в 2021 году – Рапан 2.

Сорта были изучены в 2020–2021 гг. согласно договору о сотрудничестве между институтами в трех хозяйствах Красноармейского (ЭСОС «Красная», РПЗ «Красноармейский», АО «Агрокомплекс «Россия») и одном – Север-

ского района (АФ «Кубань») Краснодарского края по разным предшественникам. Система удобрений в хозяйствах базируется на принятых научнообоснованных рекомендациях и бездефицитном балансе элементов питания в почве. Почвенный покров представлен рисовыми лугово-черноземными мощными тяжелосуглинистыми почвами. Мощность горизонтов гумуса А+В более 130 см, почвенный раствор имеет нейтральную и слабощелочную реакцию ($pH = 6,9-7,5$). Почвы на опытных участках имеют малое содержание гумуса (3,2–3,9%). Валовой азот колеблется от 0,15 до 0,20%, легкогидролизуемый азот – от 5,37 до 6,62 мг/100 г; общий фосфор – от 0,13 до 0,17%, обменный аммоний – от 0,07 до 0,38 мг/100 г; подвижный фосфор – от 2,85 до 6,54 мг/100 г; подвижный калий – от 16,1 до 33,7 мг/100 г.

В ФГБУ Элитно-семеноводческая опытная станция (ЭСОС) «Красная» сорта риса выращивали после трех предшественников: риса, озимой пшеницы (агротелиоративное поле – АМП) и люцерны. Изучали влияние низкого и высокого по уровням вертикальных отметок расположения чеков, связанных с рельефом местности и уровнем залегания грунтовых вод. На каждом предшественнике вносили удобрения по двум вариантам, различающимся на N_{30} : 1) фон – комплекс удобрений в хозяйстве, 2) фон + N_{30} кг д.в./га. Карбамид был внесен вручную в виде гранул в фазе всходов (2–3 листа). Фоновые дозы в хозяйстве по предшественнику «рис» составляли $N_{173}P_{52}$ по «АМП» – $N_{125}P_{42}$, по «люцерне» – $N_{56}P_{42}$.

В ФГУП Рисоводческий племенной завод (РПЗ) «Красноармейский имени А.И. Майстренко» сорта выращивали только по одному предшественнику «рис» на разных по уровню расположению чеках. Фоновые дозы составляли на низких по уровню чеках – $N_{149}P_{55}$, высоких – $N_{156}P_{55}$.

В АО «Агрокомплекс «Россия» (Красноармейский район) и АФ «Кубань» (Северский район) сорта выращивали по предшественникам «рис» и «озимая пшеница» также на двух фонах азотных удобрений.

Семена высевали с нормой 7 млн всхожих семян на 1 га селекционной сеялкой СНЦ-8, после чего прикатывали поверхность поля. Площадь делянок составляла 13,2 м², в 4-кратной повторности, рендомизированно (Доспехов, 1985). Делянки – восьмидесятьметровые, с междурядьями – 15 см, ширина дорожек – 0,5 м. Посев проводили в период с 29 апреля по 14 мая. Для уборки зерна в сентябре-октябре использовали малогабаритный комбайн ДКС-515. После обмолота урожайность пересчитывали на 14% влажность и 100% чистоту. Применяли общепринятую для Краснодарского края агротехнику опытов (Агарков и др., 2006).

В период вегетации проводили профилактические обработки и отмечали фенологические фазы выметывания и полной спелости. Густоту стояния продуктивных стеблей подсчитывали при полном созревании зерна.

Биологическую урожайность рассчитывали по снопикам, срезанным с делянок площадью 0,33 м².

Погодно-климатические условия поймы Кубани в годы исследований были благоприятными для выращивания риса и дали высокую сумму температур для формирования высокой урожайности. Температурный режим в период роста и развития риса был значительно выше среднемноголетних значений. В 2020 году среднемесячная температура воздуха в июне составила 22,9, в июле – 25,5, августе – 23,8 °С, что на 2,5, 2,3, 1,1 °С выше нормы соответственно. Количество осадков характеризовалось неравномерностью выпадения. В мае, июле и сентябре сумма осадков была выше нормы на 30,1–45,3 мм, а в июне и августе – ниже на 30,4–35,6 мм. В 2021 году средняя температура в мае составила 22,8 °С (+2,1 °С), в июне – 23,2 °С (+4,3 °С), июле – 22,7 °С (+3,6 °С). Сумма осадков в мае-июле была ниже нормы на 1,6–21,4 мм, в августе-сентябре – выше на 20,6–66,0 мм. Цветение у всех сортов началось 28–29 июля. Сумма БАТ составила 3482 °С, на 404 °С выше среднемноголетней.

Развитие (индекс) болезни определяли по формуле: $R = \Sigma(ab)/N$, где R – развитие болезни, %; $\Sigma(ab)$ – сумма произведений числа больных растений (a) на соответствующий им балл (%) поражения (b); N – общее число учтенных растений (здоровых и больных). Для обработки полученных данных использовали методы дисперсионного и корреляционного анализа (Дзюба, 2007).

Результаты и их обсуждение. Главный интегральный показатель сортов риса, как и других с.-х. культур – это урожайность, которая характеризует их значение и применение в сельском хозяйстве.

Результаты экологического испытания сортов риса селекции «АНЦ «Донской» в четырех хозяйствах показали, что урожайность существенно колебалась в зависимости от хозяйства, года, предшественника и варианта удобрений в опытах. Так, в ЭСОС «Красная» по предшественнику «люцерна» сорт риса Капитан значительно превзошел стандарт Рапан. В среднем за 2 года его урожайность составила 6,57 т/га, тогда как у Рапана – 5,25 т/га, разница составила 1,32 т/га (табл. 1).

При этом в 2020 году сорт Капитан значительно превышал стандарт, а в 2021 году был на одном уровне с ним. Сорта Акустик и Пируэт на богатом азотом фоне существенно поразились пирикулярриозом, что привело к снижению их урожайности до 2,68–3,14 т/га. Это было связано с высоким содержанием азотных соединений в почве после люцерны, что стимулировало развитие пирикулярриоза при наливе и созревании зерна. Индекс развития болезни (ИРБ) при выметывании и цветении метелки значительно различался: у Рапана – 50,5, Акустика – 82,2, Пируэта – 83,3, Капитана – 4,4%, а в варианте «Фон + N_{30} » – соответственно 60,1, 92,2, 86,7 и 26,7%. При этом густота

стеблестоя в 2020 году у Рапана составляла 297 шт./м², а в 2021 году – 218, 143, 191 и 228 соответственно. Акустика – 230, Пируэта – 299, Капитана –

1. Урожайность риса по предшественнику «люцерна» в экологическом испытании в ЭСОС «Красная» Красноармейского района Краснодарского края, т/га (2020–2021 гг.)
1. Productivity of rice sown after alfalfa in the ecological testing in the ESOS “Krasnaya” of the Krasnoarmeysky district of the Krasnodar Territory, t/ha (2020–2021)

Сорт	2020 год		2021 год		Средние		Общее среднее
	Фон	Ф + N ₃₀	Фон	Ф + N ₃₀	Фон	Ф + N ₃₀	
Рапан	4,60	3,15	6,63	6,63	5,61	4,89	5,25
Акустик	2,93	2,86	2,57	2,36	2,75	2,61	2,68
Пируэт	4,24	3,43	2,68	2,23	3,46	2,83	3,14
Капитан	7,49	6,19	6,39	6,21	6,94	6,20	6,57
Средняя	4,82	3,91	4,57	4,36	4,69	4,13	4,41
НСР ₀₅	0,5	0,66	1,41	1,27	–	–	–

В этом же хозяйстве по предшественнику «рис» сорта выращивали в 2020 году на обычном, а в 2021 году – на низком и высоком чеках. Сорт Рапан в 2020 году на низком чеке

сформировал минимальную урожайность (3,15–4,60 т/га), а Капитан – максимальную (6,19–7,49 т/га) (табл. 2).

2. Урожайность риса по предшественнику «рис» в экологическом испытании в ЭСОС «Красная» Красноармейского района Краснодарского края, т/га (2020–2021 гг.)
2. Productivity of rice sown after rice in the ecological testing in the ESOS “Krasnaya” of the Krasnoarmeysky district of the Krasnodar Territory, t/ha (2020–2021)

Сорт	2020 год		2021 год, низкий чек		2021 год, высокий чек		Средняя за 2 года		Общие средние
	Фон	Ф + N ₃₀	Фон	Ф + N ₃₀	Фон	Ф + N ₃₀	Фон	Ф + N ₃₀	
Рапан	4,60	3,15	9,16	9,70	8,12	7,83	7,29	6,89	7,09
Акустик	2,93	2,86	8,14	7,69	5,81	5,56	5,63	5,37	5,50
Пируэт	4,24	3,43	6,75	7,11	4,62	4,05	5,20	4,86	5,03
Капитан	7,49	6,19	7,92	8,24	6,18	5,47	7,20	6,63	6,92
Средняя	4,82	3,91	7,99	8,18	6,18	5,73	6,33	5,94	6,14
НСР ₀₅	0,65	0,98	1,06	1,07	1,01	1,04	–	–	–

В 2021 году Рапан показал наибольшую урожайность на низком чеке (9,16–9,70 т/га). На высоком чеке она была несколько ниже (7,83–8,12 т/га), хотя и превышала остальные сорта. Сорт Капитан имел более высокую урожайность в 2021 году на низком чеке (7,92–8,24 т/га). В среднем за 2 года эти два сорта показали урожайность на одном уровне (6,92–7,09 т/га). Сорта Акустик и Пируэт сформировали среднюю урожайность – 5,50 и 5,03 т/га, поэтому не пригодны для выращивания после риса в этом хозяйстве. Из изученных сортов риса «АНЦ «Донской» Капитан оказался наиболее продуктивным, что свидетельствует о возможности его успешного выращивания в условиях данного хозяйства.

В среднем за два года по четырем сортам урожайность в варианте «Фон» составила 6,33 т/га, а в варианте «Фон + N₃₀» – 5,94 т/га, поэтому подкормки азотными удобрениями в данном случае нецелесообразны.

По предшественнику «озимая пшеница» в ЭСОС «Красная» максимальную урожайность сформировал в 2020 году на высоком чеке сорт Капитан: 8,79 т/га на фоновом варианте и 8,66 т/га – при подкормке N₃₀. Это на 0,34 и 1,04 т/га больше, чем у стандарта Рапан, что связано с высокой устойчивостью сорта Капитан к местным рисам пирикулярриоза, от которых

сильно пострадали остальные сорта. На низком чеке в 2020 году высокую урожайность показал сорт Рапан в варианте «Фон + N₃₀» – 8,61 т/га. Сорта Акустик и Пируэт формировали более высокую урожайность в 2020 году на низком чеке, но она была на уровне или ниже стандарта.

В 2021 году сорт Капитан был на одном уровне со стандартом, два других – уступили (табл. 3). Средняя по годам и вариантам урожайность составила у сорта Рапан – 8,32, Капитан – 8,30, Акустик – 6,31, Пируэт – 6,37 т/га.

При этом ИРБ в варианте «Фон + N₃₀» составил по этим сортам 15,6, 14,4, 33,3 и 28,9% соответственно. Сорт Капитан показывает повышенную устойчивость к пирикулярриозу в условиях Краснодарского края.

В РПЗ «Красноармейский» опыты закладывали по одному предшественнику «рис» на низких и высоких чеках с двумя вариантами удобрений. Наибольшую урожайность в среднем по двум годам и четырем вариантам сформировал сорт Капитан – 7,11 т/га (табл. 4). При этом на высоком чеке в 2020 году урожайность этого сорта (7,52–8,39 т/га) была значительно выше, чем на низком (4,67–5,22 т/га), в среднем – на 3,00 т/га, а в 2021 году – примерно на одном уровне (7,58–7,99 т/га). Средняя урожайность сорта Рапан составила 7,03, Акустик – 6,10, Пируэт – 5,56 т/га.

3. Урожайность риса по предшественнику «озимая пшеница» в экологическом испытании в ЭСОС «Красная» Красноармейского района Краснодарского края, т/га (2020–2021 гг.)

3. Productivity of rice sown after winter wheat in the ecological testing in the ESOS "Krasnaya" of the Krasnoarmeysky district of the Krasnodar Territory, t/ha (2020–2021)

Сорт	2020 год, низкий чек		2020 год, высокий чек		2021 год		Средняя за 2 года		Общие средние
	Фон	Ф + N ₃₀	Фон	Ф + N ₃₀	Фон	Ф + N ₃₀	Фон	Ф + N ₃₀	
Рапан	8,17	8,61	8,45	7,62	8,52	8,57	8,38	8,60	8,49
Акустик	7,78	7,79	6,26	5,03	5,28	5,71	6,44	6,18	6,31
Пируэт	8,05	7,65	6,57	5,67	5,15	5,13	6,59	6,15	6,37
Капитан	8,25	8,11	8,79	8,66	7,90	8,11	8,31	8,29	8,30
Средняя	8,06	8,29	7,52	6,75	6,71	6,88	7,43	7,30	7,37
НСР ₀₅	0,42	0,50	0,38	0,57	1,08	1,64	–	–	–

4. Урожайность риса по предшественнику «рис» в экологическом испытании в РПЗ «Красноармейский» Красноармейского района Краснодарского края, т/га (2020–2021 гг.)

4. Productivity of rice sown after rice in the ecological testing in the RPZ "Krasnoarmeysky" of the Krasnoarmeysky district of the Krasnodar Territory, t/ha (2020–2021)

Сорт	2020 год				2021 год				Общее среднее
	низкий чек		высокий чек		низкий чек		высокий чек		
	Фон	Ф + N ₃₀	Фон	Ф + N ₃₀	Фон	Ф + N ₃₀	Фон	Ф + N ₃₀	
Рапан	4,98	6,11	6,75	6,52	7,66	8,49	7,88	7,89	7,03
Акустик	5,37	6,57	5,53	5,09	7,21	6,85	6,26	5,92	6,10
Пируэт	5,16	5,32	6,39	5,89	6,32	6,01	4,96	4,42	5,56
Капитан	4,67	5,22	7,52	8,39	7,63	7,99	7,58	7,87	7,11
Средняя	5,05	5,81	6,55	6,47	7,20	7,33	6,67	6,52	6,45
НСР ₀₅	0,46	0,35	0,48	0,36	0,63	0,95	0,58	0,62	–

Сравнение вариантов удобрений показало незначительные различия в изменении урожайности. На низких чеках добавление в подкормку 30 кг/га азота приводило к повышению сбора зерна на 0,76 и 0,13 т/га, а на высоких – к снижению на 0,08 и 0,15 т/га. В трех последних случаях – это в пределах НСР₀₅.

В 2021 году экологическое испытание сортов риса было расширено еще на два хозяйства Краснодарского края. В АО «Агрокомплекс «Россия» и АФ «Кубань» сорта изучали по двум предшественникам: «рис» и «озимая пшеница» с двумя вариантами удобрений (табл. 5–6). В качестве стандарта использовали новый сорт Рапан 2, отличающийся от своего предшественника большей устойчивостью к пирикулярриозу и высокой продуктивностью.

В АО «Агрокомплекс «Россия» по предшественнику «рис» максимальную урожайность сформировали сорта Рапан 2 и Капитан, небольшие различия которых были в пре-

делах наименьшей существенной разности. Несколько уступил им сорт Акустик, однако по предшественнику «озимая пшеница» он вышел на первое место, достигнув урожайности 9,73–9,93 т/га, превысив стандарт Рапан 2 на 0,23–0,32 т/га. Сорт Капитан по этому предшественнику показал более высокую урожайность (8,51–8,88 т/га), чем по рису. В среднем по обоим предшественникам и вариантам удобрений урожайность сорта Рапан 2 составила 9,10, Акустик – 8,55, Пируэт – 7,01, Капитан – 8,47 т/га. Средняя величина по предшественнику «рис» составила 7,66 т/га, что на 1,26 т/га меньше, чем по предшественнику «озимая пшеница» – 8,92 т/га.

В среднем по всем сортам подкормка азотным удобрением по обоим предшественникам не привела к повышению урожайности, поэтому применять этот агроприем в дальнейшем не стоит.

5. Урожайность риса в экологическом испытании в АО «Агрокомплекс «Россия» Красноармейского района Краснодарского края, т/га (2021 г.)

5. Productivity of rice in the ecological testing in the JSC "Agrocomplex Rossiya" of the Krasnoarmeysky district of the Krasnodar Territory, t/ha (2021)

Сорт	Предшественник «рис»		Предшественник «озимая пшеница»		Средние		Общее среднее
	Фон	Фон + N ₃₀	Фон	Фон + N ₃₀	Фон	Фон + N ₃₀	
Рапан 2	8,54	8,73	9,41	9,70	8,98	9,22	9,10
Акустик	7,44	7,10	9,73	9,93	8,58	8,52	8,55
Пируэт	6,45	6,46	7,56	7,56	7,01	7,01	7,01
Капитан	8,44	8,06	8,88	8,51	8,66	8,29	8,47
Средняя	7,72	7,59	8,90	8,93	8,31	8,26	8,28
НСР ₀₅	1,18	1,08	0,76	0,93	–	–	–

В АФ «Кубань» общая урожайность риса была значительно ниже, чем в предыдущих хозяйствах, однако различия между сортами были существенными (табл. 6). Наибольшая урожайность в среднем по предшественникам и вариантам сформировалась у сорта Рапан 2 (5,66 т/га), на уровне с ним – у сорта Капитан (5,00 т/га), остальные сорта уступили им. Сорт Капитан максимальную урожайность (6,65 т/га) показал по предшественнику «озимая пшеница» в фоновом варианте.

Сравнение влияния предшественников на урожайность риса показало явное преиму-

щество озимой пшеницы (5,27 т/га), где превышение составило 1,67 т/га по отношению к посевам после риса (3,60 т/га).

В среднем по всем сортам вариант с подкормкой азотным удобрением (Фон + N₃₀) по обоим предшественникам не показал прибавки урожая, наоборот, произошло снижение: по предшественнику «рис» на 0,30 т/га и по «озимой пшенице» – на 0,64 т/га, следовательно, этот агроприем не эффективен. Это связано с повышенным развитием пирикулярии на таких посевах.

6. Урожайность риса в экологическом испытании в АФ «Кубань» Северского района Краснодарского края, т/га (2021 г.)
6. Productivity of rice in the ecological testing in the AF “Kuban” of the Seversky district of the Krasnodar Territory, t/ha (2021)

Сорт	Предшественник «рис»		Предшественник «озимая пшеница»		Средние		Общее среднее
	Фон	Фон + N ₃₀	Фон	Фон + N ₃₀	Фон	Фон + N ₃₀	
Рапан 2	4,74	3,66	7,70	6,55	6,22	5,11	5,66
Акустик	3,47	3,46	4,11	3,96	3,79	3,71	3,75
Пируэт	3,04	2,97	3,89	3,42	3,47	3,19	3,33
Капитан	3,76	3,70	6,65	5,87	5,21	4,79	5,00
Средняя	3,75	3,45	5,59	4,95	4,67	4,20	4,43
НСР ₀₅	0,96	0,77	1,18	0,67	–	–	–

Корреляционный анализ показал, что урожайность риса в ЭСОС «Красная» высоко положительно коррелировала с длиной метелки ($r = 0,83 \pm 0,13$), массой 1000 зерен ($r = 0,97 \pm 0,10$), массой зерна с метелки ($r = 0,97 \pm 0,15$), средне положительно – с высотой растений ($r = 0,67 \pm 0,20$) и количеством продуктивных стеблей на единице площади ($r = 0,59 \pm 0,18$).

При этом количество зерен в метелке средне положительно коррелировало с массой метелки ($r = 0,62 \pm 0,20$) и отрицательно – с количеством метелок на 1 м² ($r = -0,65 \pm 0,20$). Повышенная густота стояния растений снижает количество колосков и зерен в метелках.

Масса 1000 зерен положительно коррелировала с высотой растений ($r = 0,78 \pm 0,20$), длиной метелки ($r = 0,82 \pm 0,19$), массой зерна с метелки ($r = 0,91 \pm 0,15$) и урожайностью ($r = 0,81 \pm 0,20$). Сорта с более крупным зерном формировали урожайность выше, чем с мелким.

Корреляционный анализ урожайности риса при экологическом испытании в различных хозяйствах, несмотря на значительные различия в абсолютных значениях, показал тесную положительную связь. Коэффициенты корреляции колебались от 0,804 до 0,999 (табл. 7).

7. Корреляционный анализ урожайности риса при экологическом испытании в различных условиях (2021 г.)
7. Correlation analysis of rice productivity in the ecological testing under various conditions (2021)

Место №	ЭСОС «Красная»	РПЗ «Красноармейский»	АО «Агрокомплекс «Россия»	АФ «Кубань»
1	1,000	0,955	0,819	0,999
2	0,955	1,000	0,892	0,957
3	0,819	0,892	1,000	0,804
4	0,999	0,957	0,804	1,000

Самая высокая корреляция ($r = 0,999 \pm 0,200$) отмечена между урожайностью в ЭСОС «Красная» и таковой в АФ «Кубань». Это свидетельствует о том, что ранги генетической продуктивности сортов сохраняются при различных условиях культивирования риса.

Выводы.

1. Экологическое испытание в 2020–2021 гг. новых сортов риса селекции «АНЦ «Донской» в производственных условиях четырех хо-

зяйств Краснодарского края позволило выявить существенные различия по их урожайности. В ЭСОС «Красная» в среднем за 2 года по трем предшественникам и двум вариантам удобрений лидировал сорт Капитан, сформировавший урожайность 7,26 т/га и превысивший стандарт Рапан на 0,37 т/га. В РПЗ «Красноармейский» он также показал максимальную урожайность (7,11 т/га), на уровне с Рапаном (7,03 т/га).

2. В 2021 году сорт Капитан показал урожайность в АО «Агрокомплекс «Россия» (8,47 т/га) и АФ «Кубань» (5,00 т/га) на уровне нового сорта-стандарта Рапан 2 (9,10 и 5,66 т/га), т.е. в пределах НСР₀₅.

3. Урожайность изученных сортов высоко положительно коррелировала с длиной метелки ($r = 0,83 \pm 0,13$), массой 1000 зерен ($r = 0,97 \pm 0,10$), массой зерна с метелки ($r = 0,97 \pm 0,15$) и средне – с высотой растений

($r = 0,67 \pm 0,20$) и количеством продуктивных стеблей на единице площади ($r = 0,59 \pm 0,18$).

4. В экологическом испытании в четырех хозяйствах, при больших различиях в абсолютных значениях, урожайность сортов риса тесно положительно коррелировала между собой (r – от 0,804 до 0,999).

5. Рекомендуется выращивать в Краснодарском крае высокоурожайный сорт Капитан совместной селекции «АНЦ «Донской» и ФНЦ риса.

Библиографические ссылки

1. Агарков В.Д., Уджуху А.Ч., Харитонов Е.М. Агротехнические требования и нормативы в рисоводстве: практическое пособие. Краснодар: ВНИИ риса, 2006. 96 с.

2. Гаркуша С.В. Пути адаптации растениеводства к изменениям климата // Научные приоритеты адаптивной интенсификация сельскохозяйственного производства: Материалы международной научно-практической конференции. Краснодар: ФГБНУ ВНИИ риса, 2019. С. 3–7.

3. Жученко А.А. Адаптивная система селекции растений (эколого-генетические основы). М.: Изд-во Российского университета дружбы народов, 2001. Т. 1. 780 с.

4. Ковтунова Н.А., Ковтунов В.В., Барановский А.В., Романюкин А.Е., Шишова Е.А. Экологическое испытание сортов и гибридов зернового сорго // Зерновое хозяйство России. 2018. № 4(58). С.42–47. DOI: 10.31367/2079-8725-2018-58-4-42-47.

5. Кривошеев Г.Я., Игнатъев А.С. Экологическое испытание новых гибридов кукурузы в условиях различной влагообеспеченности // Зерновое хозяйство России. 2018. № 4(58). С. 47–51. DOI: 10.31367/2079-8725-2018-58-4-47-51.

6. Dzhamirze R., Ostapenko N., Garkusha S., Chinchenko N. Evaluation of new rice varieties in the conditions of climate change // Topical Problems of Green Architecture, Civil and Environmental Engineering, 2019 (TPACEE 2019) E3S Web Conf. 2020. V. 164. № 06017. Pp. 13. DOI <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202016406017>.

7. Nayak A.K., Shahid Md., Nayak A.D., Dhal B. et al. Assessment of ecosystem services of rice farms in eastern India // Ecological Processes. 2019. V. 8(35). Pp. 1–16. <https://doi.org/10.1186/s13717-019-0189-1>.

8. Sumith de Abeysiriwardena D. Statistical analysis of on-farm yield trials for testing adaptability of rice // Euphytica. 2001. V. 121. Pp. 215–222.

References

1. Agarkov V.D., Udzhuhu A.CH., Haritov E.M. Agrotekhnicheskie trebovaniya i normativy v risovodstve: prakticheskoe posobie [Agrotechnical requirements and regulations in rice production]. Krasnodar: VNII risa, 2006. 96 s.

2. Garkusha S.V. Puti adaptacii rastenievodstva k izmeneniyam klimata [The ways to adapt crop production to climate changing] // Nauchnye prioritety adaptivnoy intensifikacii sel'skohozyajstvennogo proizvodstva: Materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. Krasnodar: FGBNU VNII risa, 2019. С. 3–7.

3. Zhuchenko A.A. Adaptivnaya sistema selekcii rastenij (ekologo-geneticheskie osnovy) [Adaptive plant breeding system (ecological and genetic basis)]. М.: Izd-vo Rossijskogo universiteta druzhby narodov, 2001. Т. 1. 780 s.

4. Kovtunova N.A., Kovtunov V.V., Baranovskij A.V., Romanyukin A.E., Shishova E.A. Ekologicheskoe ispytanie sortov i gibridov zernovogo sorgo [Ecological testing of grain sorghum varieties and hybrids] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2018. № 4(58). С. 42-47. DOI: 10.31367/2079-8725-2018-58-4-42-47.

5. Krivosheev G.YA., Ignat'ev A.S. Ekologicheskoe ispytanie novyh gibridov kukuruzy v usloviyah razlichnoj vlagoobespechennosti [Ecological testing of new maize hybrids under different moisture conditions] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2018. № 4(58). С. 47–51. DOI: 10.31367/2079-8725-2018-58-4-47-51.

6. Dzhamirze R., Ostapenko N., Garkusha S., Chinchenko N. Evaluation of new rice varieties in the conditions of climate change // Topical Problems of Green Architecture, Civil and Environmental Engineering, 2019 (TPACEE 2019) E3S Web Conf. 2020. V. 164. № 06017. Pp. 13. DOI <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202016406017>.

7. Nayak A.K., Shahid Md., Nayak A.D., Dhal B. et al. Assessment of ecosystem services of rice farms in eastern India // Ecological Processes. 2019. V. 8(35). Pp. 1–16. <https://doi.org/10.1186/s13717-019-0189-1>.

8. Sumith de Abeysiriwardena D. Statistical analysis of on-farm yield trials for testing adaptability of rice // Euphytica. 2001. V. 121. Pp. 215–222.

Поступила: 10.12.21; принята к публикации: 17.01.22.

Критерии авторства. Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Авторский вклад. Костылев П.И. – общее научное руководство, постановка цели и задач, анализ литературных данных, формирование методологии исследования и концепции статьи, анализ данных, написание текста статьи; Ладатко М.А. – концептуализация исследований, подготовка опыта, анализ данных и их интерпретация, подготовка рукописи; Краснова Е.В. – структурный анализ

данных; Зеленева И.А., Фолиянц Б.В., Аксенов А.В. – закладка опыта, посев сортов, отбор растений для анализа, сбор данных, промеры и подсчеты, заполнение таблиц.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.