

Научная статья/Research Article

УДК 633.18

DOI: 10.36718/1819-4036-2023-2-98-103

Светлана Сергеевна Гученко¹, Татьяна Александровна Потенко^{2✉},

Максим Владимирович Анищенко³

^{1,2,3}Федеральный научный центр агробιοтехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки, п. Тимирязевский, г. Уссурийск, Приморский край, Россия

¹lana_svet8@mail.ru

²potenko@mail.ru

³anishenkoanna354@yandex.ru

ВЛИЯНИЕ НОРМ ВЫСЕВА И МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ И ЭЛЕМЕНТЫ ПРОДУКТИВНОСТИ СОРТОВ РИСА¹²

Цель исследования – изучить элементы структуры урожая и продуктивность риса при разных нормах высева и дозах минеральных удобрений в условиях Приморского края. Резко выраженные колебания погодных условий Приморского края предъявляют особые требования к сортам риса, такие как скороспелость, устойчивость к низким температурам, болезням и вредителям, пригодность для механизированного возделывания. При температурах почвы в 12–13 °С рис быстро развивается, интенсивно формирует корневую систему и наращивает значительную листовую поверхность. Исследование проводилось в 2018–2020 гг. на рисовой оросительной системе. Было изучено действие основного удобрения N₃₀P₇₀K₇₀ с внесением подкормок азотных удобрений и посевной нормы на двух сортах риса, которые обладали рядом отличительных характеристик. В качестве основного удобрения вносили диаммофоску (10:26:26 %). Карбамид (46 %) использовали для подкормки. Результаты показали, что каждый сорт по-разному реагировал на урожайность в зависимости от нормы высева и нормы внесения удобрений. Например, сорт Кармелит показал более высокие урожаи при норме высева 9 млн всхожих зерен на 1 га и дозе подкормки в количестве 60 кг д.в. на 1 га. Для сорта Алмаз оптимальная норма высева составляла 7 млн всхожих зерен на 1 га, которые были удобрены карбамидом в дозе 90 кг д.в. на 1 га. Увеличение урожайности зерна было связано с компонентами урожайности и особенностями роста изученных сортов.

Ключевые слова: рис, сорт, урожайность, норма высева, минеральные удобрения

Для цитирования: Гученко С.С., Потенко Т.А., Анищенко М.В. Влияние норм высева и минеральных удобрений на урожайность и элементы продуктивности сортов риса // Вестник КрасГАУ. 2023. № 2. С. 98–103. DOI: 10.36718/1819-4036-2023-2-98-103.

Svetlana Sergeevna Guchenko¹, Tatyana Aleksandrovna Potenko^{2✉},

Maxim Vladimirovich Anishchenko³

^{1,2,3}Federal Scientific Center for Agrobiotechnologies of the Far East named after A.K. Chaika, Timiryazevsky village, Ussuriysk, Primorsky Region, Russia

¹lana_svet8@mail.ru

²potenko@mail.ru

³anishenkoanna354@yandex.ru

**SEEDING RATES AND MINERAL FERTILIZERS INFLUENCE
ON RICE VARIETIES YIELD AND PRODUCTIVITY ELEMENTS**

The purpose of research is to study the elements of the crop structure and productivity of rice at different seeding rates and doses of mineral fertilizers in the conditions of the Primorsky Region. The pronounced fluctuations in the weather conditions of the Primorsky Region impose special requirements on rice varieties, such as early maturity, resistance to low temperatures, diseases and pests, and suitability for mechanized cultivation. At soil temperatures of 12–13 °C, rice develops rapidly, intensively forms the root system and builds up a significant leaf surface. The study was conducted in 2018–2020 on the rice irrigation system. The effect of the main fertilizer N₃₀P₇₀K₇₀ was studied with the addition of nitrogen fertilizers and the sowing rate on two varieties of rice that had a number of distinctive characteristics. The results showed that each variety responded differently to yield depending on seeding rate and fertilizer application rate. For example, the Karmelit variety showed higher yields at a seeding rate of 9 million germinating grains per 1 ha and a top-dressing dose of 60 kg of a.i. per 1 ha. For the Almaz variety, the optimal seeding rate was 7 million germinating grains per 1 ha, which were fertilized with urea at a dose of 90 kg of a.i. per 1 ha. The increase in grain yield was associated with the yield components and growth characteristics of the studied varieties.

Keywords: rice, variety, yield, seeding rate, mineral fertilizers

For citation: Guchenko S.S., Potenko T.A., Anishchenko M.V. Seeding rates and mineral fertilizers influence on rice varieties yield and productivity elements // Bulliten KrasSAU. 2023;(2): 98–103. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2023-2-98-103.

Введение. Предыдущие исследования показали, что возделывание разных сортов риса требует уточнения элементов агротехники, к которым относятся и удобрения [1–4].

Применение минеральных удобрений оказывает положительное влияние на урожайность и рост растений риса [5–7]. Более того, минеральные удобрения положительно влияют на структуру урожая риса: возрастает масса зерна с одного растения и 1000 зерен, продуктивная кустистость, снижается пустозерность метелок [8–10].

Было установлено совместное влияние нормы высева и дозы удобрений на общий выход крупы и содержание целого ядра, пленчатости [10, 11].

Отдельные ученые отмечают, что изменчивость урожайности объясняется условиями окружающей среды (например, погодой в период вегетации) и зависит от конкретного участка [12, 13].

В залитых слоем воды почвах Приморского края из-за низких температур весной мобилизация почвенного плодородия почти до середины июля происходит крайне медленно. Поэтому всходы и молодые растения риса в июне и первой половине июля испытывают недостаток в элементах питания, что сказывается на их росте и развитии. Обеспечить оптимальное питание растений риса в этот период можно за счет рационального использования минеральных удобрений.

В исследовании выдвинута гипотеза о том, что внесение основного удобрения перед посевом и подкормок азотных удобрений в фазу кущения увеличит урожайность риса и окажет положитель-

ное влияние на элементы структуры урожая по сравнению с отсутствием их применения.

Цель исследования – изучить элементы структуры урожая и продуктивность риса при разных нормах высева и дозах минеральных удобрений в условиях Приморского края.

Материалы и методы. Земельный участок для полевого опыта расположен в юго-восточной части Раздольно-Ханкайской низменности. Почва луговая глеевая, тяжелосуглинистая. Делянки располагали методом систематического размещения в 3-кратной повторности. Общая площадь делянки – 27 м². Участки находились в севообороте соя на сидерат. Подготовка к посеву риса проведена согласно принятой агротехнике. Режим орошения – укороченное затопление.

Эксперименты были проведены в 2018–2020 гг. В течение исследуемого периода в момент прорастания семян риса влаги было достаточно для получения максимального количества растений. Температурный режим за период от всходов до полной спелости удовлетворял биологическим требованиям риса.

Исследовались два сорта: среднерослый Кармелит и низкорослый Алмаз.

В качестве основного фактора использовались три нормы высева – 5; 7 и 9 млн всхожих зерен на гектар. Изучались различные приемы внесения азотных удобрений под рис: без удобрений, основное удобрения N₃₀P₇₀K₇₀ – фон 300 кг/га, фон + подкормка N₃₀ – 65 кг/га, фон + подкормка N₆₀ – 130 кг/га, фон + подкормка N₉₀ – 195 кг/га.

В качестве основного удобрения использовали диаммофоску (10:26:26 %). Карбамид (46 %) использовали для подкормки. Основное удобрение вносилось перед посевом. Азотные подкормки проводились в фазу кущения (3–4-й лист).

Посев риса был проведен в оптимальные сроки. Планировка полевых участков и технология возделывания не изменялась в течение трех лет. Методы борьбы с сорняками и культивирования были типичными для риса на каждом участке.

Различия значений исследуемых параметров считали статистически значимыми при 95 %-м пороге вероятности ($p < 0,05$). Корреляция и линейный регрессионный анализ были выполнены в программном обеспечении Статистика 6.0.

Результаты и их обсуждение. Важным признаком, который вносит весомый вклад в формирование урожайности риса, является продуктивная кустистость.

Анализ данных таблицы 1 показал, что наибольшее продуктивное кущение у сорта Кармелит (2,4 ед.) отмечено при норме высева 7 млн всхожих зерен на гектар и внесении подкормки 65 кг/га. У сорта Алмаз наилучший показатель продуктивного кущения (4,2 ед.) получен при

норме высева 5 млн всхожих зерен на гектар и внесении азотной подкормки 195 кг/га. При увеличении норм высева продуктивная кустистость у сорта Алмаз уменьшалась. При повышенных дозах азотных удобрений наблюдается положительная динамика увеличения кустистости.

Более высоким числом зерен с главной метелки у сорта Кармелит характеризовался вариант при норме высева 7 млн всхожих зерен на гектар, у сорта Алмаз – при нормах 5 и 7 млн всхожих зерен на гектар (табл. 1). Было замечено, что при посевной норме 9 млн всхожих зерен на гектар у сорта Алмаз число зерен с главной метелки остается на уровне с контролем.

Сортовой признак масса 1000 зерен является одним из основных элементов оценки семенной продуктивности. Наблюдалось снижение массы 1000 зерен у исследуемых сортов при увеличении нормы высева и незначительный рост этого показателя при увеличении дозы азотной подкормки.

Полученные результаты показывают, что урожайность сильно варьировалась в зависимости от нормы высева и нормы внесения удобрений для каждого сорта.

Таблица 1

Элементы продуктивности у сортов риса в зависимости от норм высева и фона питания

Норма высева на 1 га, млн зерен	Доза удобрений*	Сорт	Коэффициент продуктивного кущения, ед.	Число зерен с главной метелки, шт.	Масса зерна, г	
					1000 шт.	с растения
1	2	3	4	5	6	7
5	1	Кармелит	2,1	86,7	31,3	4,67
		Алмаз	2,8	65,1	25,1	2,74
	2	Кармелит	2,1	110,5	30,7	5,16
		Алмаз	2,7	79,6	25,1	2,51
	3	Кармелит	2,1	106,2	31,4	4,25
		Алмаз	3,2	75,5	25,6	5,07
	4	Кармелит	2,0	110,4	31,1	5,74
		Алмаз	3,8	81,6	24,7	3,70
	5	Кармелит	2,0	106,4	30,7	5,00
		Алмаз	4,2	86,4	25,2	4,03
7	1	Кармелит	2,2	82,8	30,2	3,66
		Алмаз	2,8	55,4	24,9	2,54
	2	Кармелит	2,0	80,5	29,7	3,81
		Алмаз	3,8	56,9	25,3	2,87
	3	Кармелит	2,4	102,8	29,8	4,77
		Алмаз	3,7	74,8	25,0	3,42
	4	Кармелит	2,4	113,0	31,1	4,82
		Алмаз	3,8	73,3	25,6	3,93
	5	Кармелит	2,2	110,0	29,9	4,91
		Алмаз	2,3	68,6	25,5	3,68

1	2	3	4	5	6	7
9	1	Кармелит	1,9	87,1	29,9	3,87
		Алмаз	2,7	70,3	25,2	3,46
	2	Кармелит	1,8	101,0	30,6	4,50
		Алмаз	2,7	78,6	24,9	2,69
	3	Кармелит	2,2	86,1	29,1	4,00
		Алмаз	2,8	61,0	24,2	3,02
	4	Кармелит	2,1	90,5	29,7	3,99
		Алмаз	2,7	69,7	25,5	2,71
	5	Кармелит	1,9	95,3	29,8	4,25
		Алмаз	3,5	72,0	25,6	3,85

Примечание: 1 – без удобрений; 2 – фон N₇₀P₇₀K₇₀; 3 – фон + N₃₀; 4 – фон + N₆₀; 5 – фон + N₉₀.

Самую высокую урожайность (7,4 т/га) показал высокорослый сорт Кармелит при нормах высева 9 млн всхожих семян на гектар и внесении азотной подкормки N₆₀ (рис. 1).

Максимальная урожайность сорта Алмаз (5,6 т/га) получена при норме высева 7 млн всхожих семян на гектар при внесении подкормки N₉₀ (рис. 2).

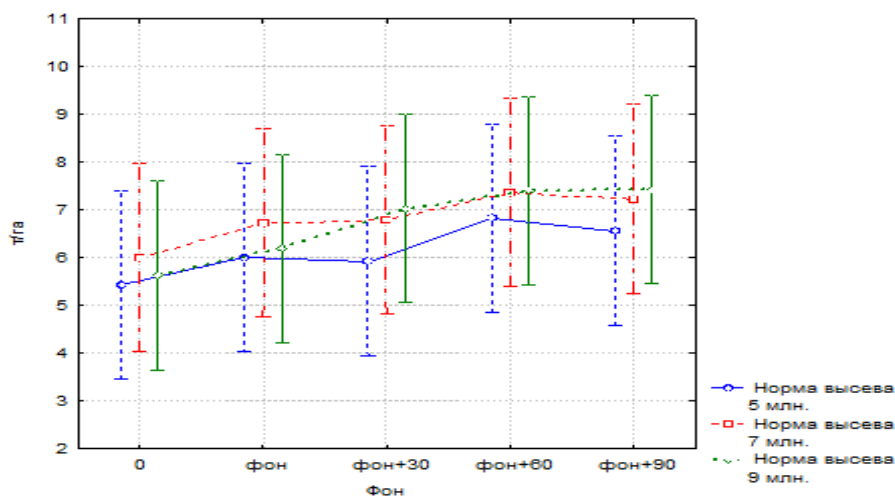


Рис. 1. Влияние нормы высева и нормы внесения удобрений на урожайность риса сорта Кармелит

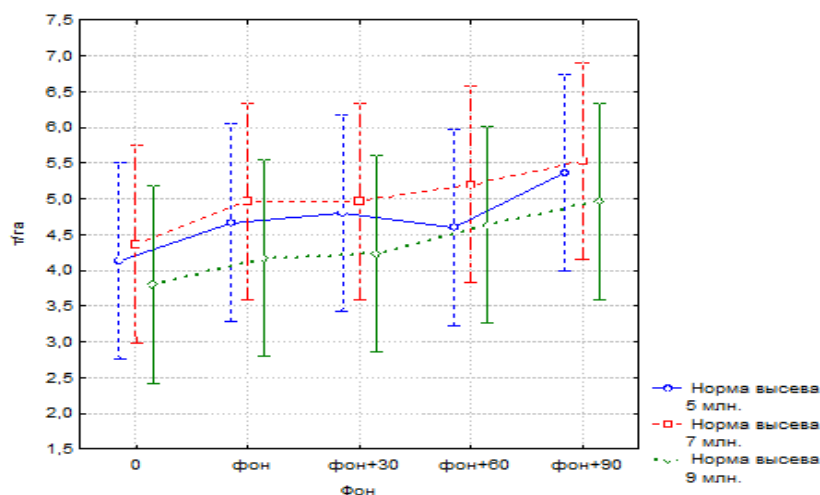


Рис. 2. Влияние нормы высева и нормы внесения удобрений на урожайность риса сорта Алмаз

Сравнивая изучаемые сорта между собой, следует отметить, что по всем нормам высева и нормам внесения удобрений выделился сорт Кармелит. Прибавки урожайности относительно сорта Алмаз составили 0,1–0,6 т/га.

Урожайность зерна обоих сортов положительно коррелирует с массой зерна с растения. Отмечена высокая положительная связь между урожайностью и числом зерен с главной метелки у сорта Кармелит (табл. 2).

Таблица 2

Взаимосвязь между урожайностью и ее элементами

Сорт	Результативная переменная	Кущение	Масса зерна с растения, г	Число зерен с главной метелки	Масса 1000 зерен, г
		R ²	R ²	R ²	R ²
Алмаз	Урожайность, т/га	0,31 ns	0,65*	0,62*	0,31 ns
Кармелит		0,32 ns	0,75**	0,49 ns	0,32 ns

Примечание: ns – не является статистически значимым при $(p) > 0,05$; *низший уровень значимости $(p) \leq 0,05$; **достаточный уровень значимости $(p) \leq 0,01$.

Не было обнаружено достоверной корреляционной связи между урожайностью зерна, кущением и массой 1000 зерен.

Таким образом, основной вклад в повышение урожайности риса в условиях Приморского края вносят масса зерна с растения и число зерен с главной метелки.

Заключение. Исследование показало, что урожайность и элементы продуктивности риса (коэффициент продуктивного кущения, число зерен с главной метелки, масса 1000 зерен) колебались в зависимости от нормы высева, внесения удобрений и сорта. Комбинация азотной подкормки 130 кг/га (N₆₀) и нормы высева 9 млн всхожих зерен на 1 га обеспечили лучшую урожайность риса для среднерослого сорта Кармелит. Внесение 195 кг/га азотных удобрений (N₉₀) при норме высева 7 млн всхожих зерен на 1 га является оптимальной комбинацией для получения более высокого урожая для низкорослого сорта Алмаз. На формирование урожайности сортов риса в условиях Приморского края оказали влияние такие признаки, как масса зерна с растения и число зерен с главной метелки.

Список источников

1. Зеленский П.Г., Зеленская О.В. Оценка эколого-экономической эффективности ресурсосберегающей и природосберегающей технологий возделывания риса // Рисоводство. 2021. № 4 (53). С. 17–22.
2. Агробиологическое обоснование применения органических и минеральных удобрений под рис в условиях Терско-Сулакской подпровинции / Н.Р. Магомедов [и др.] // Проблемы развития АПК региона. 2019. № 39. С. 84–89.
3. Воронюк З.С., Кольцов С.А. Влияние норм высева и уровня минерального питания на урожайность новых сортов риса // Рисоводство. 2010. № 17. С. 39–43.
4. Biological Yield and Harvest Index in Rice: Nitrogen Response of Tall and Semidwarf Cultivars / S.R. Roberts [et al.] // Journal of Production Agriculture, 1993. Volume 6, Issue 4. P. 585–588.
5. Characteristics of root-associated bacterial community and nitrogen biochemical properties of two Japonica rice cultivars with different yields / Hangyu Dong [et al.] // Food and Energy Security, 2021. Volume 11, Issue 1. P. 357.
6. Влияние минеральных и органических удобрений на рост и развитие растений риса / А.Х. Шеуджен [и др.] // Рисоводство. 2022. № 2 (55). С. 57–62.
7. High yields of hybrid rice do not require more nitrogen fertilizer than inbred rice: A meta-analysis / Le Xu [et al.] // Agronomy Journal. 2021, Volume 111, Issue 6, 2021. P. 341–350.
8. Белоусов И.Е., Чижиков В.Н., Слепцова О.И. Эффективность новых удобрений для некорневой подкормки при выращивании перспективных сортов риса // Рисоводство. 2022. № 1 (54). С. 26–32.
9. Шханацев А.К. Азотные удобрения и способы увеличения их эффективности в рисоводстве // Новые технологии. 2006. № 2. С. 48–52.
10. Nitrogen management enhanced plant growth, antioxidant ability, and grain yield of rice under salinity stress / Guanglong Zhu [et al.] // Agronomy Journal. 2020, Volume 112, Issue 1, P. 550–563.
11. Каландаров Б.И. Влияние доз азотных удобрений и норм высева семян на технологиче-

- ские качества сортов риса // Актуальные проблемы современной науки. 2020. № 3 (112). С. 49–53.
12. Кумейко Т.Б. Показатели признаков качества зерна сортов риса селекции «ФНЦ риса» // Итоги и перспективы развития агропромышленного комплекса: сб. мат-лов Междунар. науч.-практ. конф. Курск, 2020. С. 259–262.
13. Особенности производственного процесса сортов риса, определяющих их урожайность / Н.В. Воробьев [и др.] // Рисоводство. 2015. № 3-4 (28–29). С. 6–12.
6. Vliyanie mineral'nyh i organicheskikh udobrenij na rost i razvitie rastenij risa / A.H. Sheudzhen [i dr.] // Risovodstvo. 2022. № 2 (55). S. 57–62.
7. High yields of hybrid rice do not require more nitrogen fertilizer than inbred rice: A meta-analysis / Le Xu [et al.] // Agronomy Journal. 2021, Volume 111, Issue 6, 2021. P. 341–350.
8. Belousov I.E., Chizhikov V.N., Slepцова O.I. 'Effektivnost' novykh udobrenij dlya nekornevoj podkormki pri vyraschivanii perspektivnykh sortov risa // Risovodstvo. 2022. № 1 (54). S. 26–32.

References

1. Zelenskij P.G., Zelenskaya O.V. Ocenka `ekologo-`ekonomicheskoy `effektivnosti resur-soberegayushej i prirodosberegayushej tehnologij vozdelevaniya risa // Risovodstvo. 2021. № 4 (53). S. 17–22.
2. Agrobiologicheskoe obosnovanie primeneniya organicheskikh i mineral'nyh udobrenij pod ris v usloviyah Tersko-Sulakskoj podprovincii / N.R. Magomedov [i dr.] // Problemy razvitiya APK regiona. 2019. № 39. S. 84–89.
3. Voronyuk Z.S., Kol'cov S.A. Vliyanie norm vyseva i urovnya mineral'nogo pitaniya na urozhajnost' novykh sortov risa // Risovodstvo. 2010. № 17. S. 39–43.
4. Biological Yield and Harvest Index in Rice: Nitrogen Response of Tall and Semidwarf Cultivars / S.R. Roberts [et al.] // Journal of Production Agriculture, 1993. Volume 6, Issue 4. P. 585–588.
5. Characteristics of root-associated bacterial community and nitrogen biochemical proper-
9. Shhapacev A.K. Azotnye udobreniya i sposoby uvelicheniya ih `effektivnosti v risovodstve // Novye tehnologii. 2006. № 2. S. 48–52.
10. Nitrogen management enhanced plant growth, antioxidant ability, and grain yield of rice under salinity stress / Guanglong Zhu [et al.] // Agronomy Journal. 2020, Volume 112, Issue 1, P. 550–563.
11. Kalandarov B.I. Vliyanie doz azotnykh udobrenij i norm vyseva semyan na tehnologicheskie kachestva sortov risa // Aktual'nye problemy sovremennoj nauki. 2020. № 3 (112). S. 49–53.
12. Kumejko T.B. Pokazateli priznakov kachestva zerna sortov risa selekcii «FNC risa» // Itogi i perspektivy razvitiya agropromyshlennogo kompleksa: sb. mat-lov Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. Kursk, 2020. S. 259–262.
13. Osobennosti proizvodnogo processa sortov risa, opredelyayuschih ih urozhajnost' / N.V. Vorob'ev [i dr.] // Risovodstvo. 2015. № 3-4 (28-29). S. 6–12.

Статья принята к публикации 16.11.2022 / The article accepted for publication 16.11.2022.

Информация об авторах:

Светлана Сергеевна Гученко¹, научный сотрудник лаборатории рисоводства

Татьяна Александровна Потенко², ведущий научный сотрудник отдела экономики и научно-технической информации, кандидат экономических наук, доцент

Максим Владимирович Анищенко³, заместитель директора по производству

Information about the authors:

Svetlana Sergeevna Guchenko¹, Researcher at the Rice Breeding Laboratory

Tatyana Aleksandrovna Potenko², Leading Researcher at the Department of Economics and Scientific and Technical Information, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor

Maxim Vladimirovich Anishchenko³, Deputy Director for Production