

ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ОЗИМЫХ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

БОНДАРЕНКО Анастасия Николаевна, Прикаспийский аграрный федеральный научный центр Российской академии наук

ГУСАКОВА Наталия Николаевна, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

ЖУК Екатерина Александровна, ФГБНУ РосНИИСК «Россорго»

Одним из дальнейших путей стабилизации экономики аграрной отрасли на современном этапе развития сельскохозяйственной науки в Астраханской области является освоение научно обоснованных зональных систем земледелия, которые представляют собой комплекс взаимосвязанных организационных, агротехнических, экономических, экологических мероприятий, направленных на повышение плодородия почвы и продуктивности сельскохозяйственных культур, в том числе озимых культур.

Исследования проводились на базе ФГБНУ «Прикаспийский аграрный федеральный научный центр РАН». Представленные результаты исследований по возделыванию озимой пшеницы сорта Дон-93 и озимой тритикале сорта Валентин в условиях светло-каштановой почвы были проведены в 2012–2015 гг. на чеках инженерного типа Калмыцко-Астраханской рисовой оросительной системы (КАРОС). В течение ряда лет были определены показатели качества зерна: содержание белка, сырой клейковины и масса 1000 зерен при использовании различных уровней минерального питания. В результате исследований, проведенных на чеках инженерного типа, выведенных из активного сельскохозяйственного оборота, были выделены наиболее перспективные варианты возделывания культур в условиях светло-каштановой почвы Астраханской области.

В условиях бывших полей рисовой оросительной системы варианты с нормой высева семян 4,5 млн шт./га и уровнем минерального питания $N_{32}P_{32}K_{32}$ и $N_{64}P_{64}K_{64}$ оказались наиболее продуктивными. Согласно экспериментальным данным выявили, что для выхода товарной продукции зерна свыше 4,0 т/га необходимо определенное соблюдение ротации севооборотов на фоне различных агротехнологических приемов возделывания.

Уровень минерального питания $N_{64}P_{64}K_{64}$ с нормой высева семян 4,5 млн шт./га способствовал формированию высоких показателей биохимического потенциала у изучаемых культур – 13,2–14,2 %, сырой клейковины – 21,2–22,1 % и массы 1000 зерен от 41,4 до 42,1 г.

Результаты проведенных исследований показали, что изменение хозяйственной направленности рисовых чеков, связанных с посевом озимых зерновых культур, дают определенно высокие значения в получении зерна высокого качества.

Введение. Территория Северо-Западного Прикаспия характеризуется высоким гидротермическим потенциалом, который обеспечивает при орошении продуктивность орошаемой пашни в 5–6 раз выше, чем на богаре; при этом она имеет огромные запасы солей в почвах и грунтовых водах, слабую естественную дренированность, отличается широким распространением высококонтрастных мезо- и микро-структур почвенного покрова. Почвы ре-

гиона характеризуются низкой способностью к самовосстановлению, а также подвержены дефляционным процессам, вызванными как природными факторами, так и следствием интенсивного развития земледелия.

Современное земледелие предусматривает максимальное использование биологических факторов повышения плодородия пахотных почв, снижение антропогенной нагрузки и производство экологически безопасной





растениеводческой продукции. Урожайность и качество растениеводческой продукции в первую очередь связаны с технологией возделывания и сортовыми особенностями зерновой культуры [1; 2; 4; 6; 8; 9; 15–17].

Производство зерна – одно из важнейших направлений отечественного сельского хозяйства, которое традиционно интегрировано в мировой зерновой рынок, независимо от того является страна крупным экспортером или импортером зерна и продуктов его переработки [10; 18].

В целях повышения эффективности земледелия в сельском хозяйстве аридных территорий Северо-Западного Прикаспия большое значение отводится разработке и внедрению зональных экологически безопасных систем земледелия.

Важнейшими задачами сельскохозяйственного производства аридных территорий Северо-Западного Прикаспия в настоящее время является восстановление продуктивности засоленных земель, создание на их месте высокопродуктивных сельскохозяйственных биоценозов, вовлечение последних в сельскохозяйственный оборот, улучшение мелиоративного состояния и повышение плодородия почв.

В течении ряда лет по рекомендациям таких ученых, как А.В. Галда, В.П. Зволинский, В.В. Бородычев, З.Ш. Шамсутдинов, Г.Э. Настинова эти проблемы решались на нарушенных землях бросовых рисовых чеков с помощью посевов растений галофитов [3, 11–14].

По мнению вышеперечисленных ученых, одним из перспективных видов факультативных галофитов-биомелиорантов для эффективного освоения орошаемых земель при рекультивации являются солодка голая и солодка уральская, а также амарант.

Цель исследований – совершенствование технологии возделывания озимых зерновых культур при орошении (залив чеков).

Методика исследований. Трехфакторный полевой опыт на озимой пшенице Дон-93 и озимой тритикале Валентин (фактор А) предусматривал изучение влияния режима минерального питания (фактор В) контроль; основное удобрение для низкого фона $N_{32}P_{32}K_{32}$, а также среднего фона $N_{64}P_{64}K_{64}$ и повышенного фона – $N_{96}P_{96}K_{96}$. В опыте использовали комплексное минеральное удобрение азофоска ($N_{16}P_{16}K_{16}$). На фоне внесения регулируемых уровней минеральных удобрений изучали эффективность трех

норм высева – 4,0; 4,5 и 5,0 млн шт./га (фактор С). Исследования проводили в системе зерно-парового севооборота с короткой ротацией: чистые пары – озимая пшеница/озимая тритикале на чеках инженерного типа Калмыцко-Астраханской рисовой оросительной системы (КАРОС).

Площадь одной делянки – 560 м². Повторность опыта трехкратная. Размещение делянок рендомизированное согласно методике Б.А. Доспехова [7].

Химические анализы по определению эколого-агрохимических показателей почв выполняли по утвержденным методикам и ГОСТам на соответствие требованиям СанПин 2.2.10078-01 в ООО «Газпром добыча Астрахань» в инженерно-техническом центре отдела по охране окружающей среды.

Урожайность зерна учитывал биологическим методом с последующим пересчетом на 14%-ю влажность и 100%-ю чистоту. При определении структуры урожая проводили сноповый анализ. Снопотбирали на типичных участках делянки в четырехкратной повторности с площадок 0,25 м².

Содержание клейковины определяли по ГОСТ Р54478-201 [5]. Содержание белка (пшеница, ячмень) – умножением процента содержания общего азота на коэффициент 5,70. Обработку полученных данных проводили с использованием пакетов прикладных программ Statistika 7.0 и Microsoft Excel 2007.

Почвы – светло-каштановые, разной степени солонцеватости, занимающие доминирующее положение в почвенном покрове рассматриваемой территории с близкой к нейтральной реакцией почвенного раствора (рН 7,2–7,6).

Пахотный слой почв характеризуется высокой плотностью (1,25–1,35 т/м³) и низкой водопроницаемостью (0,30–0,40 мм/мин). Средняя глубина весеннего промачивания почвы составляет 0,40–0,45 м и варьирует от 0,30 до 0,35 м в засушливые и от 0,80 до 1,0 м в благоприятные по увлажнению годы. Средний уровень залегания грунтовых вод составляет 15–20 м.

Почва опытного участка по гранулометрическому составу – среднесуглинистая, крупнопылеватая, с содержанием физической глины в горизонте $A_{\text{пах}}$ 26,4 %. Наибольшее количество частиц с диаметром менее



0,001 мм находится в горизонтах B_1 и B_2 (0,2–0,65 м), то есть в корнеобитаемом слое. Водовместимость метрового слоя почвы составляла 479,4 мм, наименьшая влагоемкость – 276,1 мм, из которой на долю продуктивной влаги приходится менее 100 мм в различные по влагообеспечению годы.

Содержание органического вещества (гумуса) в рассматриваемой почве – 0,69 %, рН (солевой) – 7,2, содержание хлоридов – 0,05 ммоль/100 г, аммония обменного – 8,0 мг/кг, нитратов – 4,5 мг/кг, подвижного фосфора – 50 мг/кг и подвижного калия – 348 мг/кг.

В условиях орошения чеков рисовой системы (Краснодарского типа) при возделывании озимых зерновых культур поливы проводили напуском с реки Волги. Всего было проведено 3 полива (влагозарядка – 1000 м³/га + 2 вегетационных полива по 1600 м³/га). Оросительная норма при этом составляла – 4200 м³/га. Показатели качества воды, используемой для орошения: рН – 7,5; жесткость – 3,1.

Результаты исследований. При анализе показателей урожайности сорта озимой тритикале и озимой пшеницы за годы исследований в условиях светло-каштановой почвы было установлено, что максимальная урожайность была получена на вариантах $N_{32}P_{32}K_{32}$ и $N_{64}P_{64}K_{64}$ при нормах высева 4,0 и 4,5 млн шт./га. Биологическая урожайность на вариантах исследований составляла 4,7–4,9 т/га (табл. 1).

Следует отметить, что в условиях опыта на уровень содержания белка (%)

и сырой клейковины (%) решающее влияние оказали вносимые уровни минерального питания, которые эффективно увеличивали урожайность. В зависимости от вариантов исследования их содержание было различным. При анализе озимой пшеницы сорта Дон-93 более высокое содержание белка (12,0 %–13,4 %) было отмечено на вариантах с уровнем внесения минерального питания $N_{64}P_{64}K_{64}$ и $N_{96}P_{96}K_{96}$ и нормой высева 4,5 и 5,0 млн шт./га.

Из представленных озимых культур озимая тритикале сорта Валентин показала более высокие показатели белка и сырой клейковины, прежде всего на вариантах $N_{64}P_{64}K_{64}$ и $N_{96}P_{96}K_{96}$ с нормой высева 4,5 и 5,0 млн шт./га. Содержание белка по данным вариантам составляло 14,1–14,3 %, сырой клейковины – 21,9–22,0 %.

Необходимо отметить, что одним из показателей, который широко используется в практике растениеводства, является крупность зерна, которая выражается массой 1000 зерен.

Максимальные значения у озимой пшеницы сорта Дон-93 были получены на вариантах с уровнем минерального питания $N_{64}P_{64}K_{64}$ и $N_{96}P_{96}K_{96}$ при норме высева 4,5 млн шт./га, при этом они были равны 42,1–43,5 г. У озимой тритикале сорта Валентин высокие значения массы 1000 зерен (41,7–42,7 г) были отмечены на аналогичных вариантах $N_{64}P_{64}K_{64}$ и $N_{96}P_{96}K_{96}$ с нормой высева семян 4,0–4,5 млн шт./га (табл. 2).

Таблица 1

Урожайность озимых зерновых культур в условиях светло-каштановой почвы (среднее за 2012–2015 гг.), т/га

Вариант	Норма высева семян, млн шт./га	Урожайность, т/га		Масса 1000 зерен г	
		тритикале сорт Валентин	пшеница сорт Дон-93	тритикале сорт Валентин	пшеница сорт Дон-93
Контроль без удобрений	4,0	3,1	3,2	39,5	39,1
	4,5	3,3	3,5	40,3	40,3
	5,0	4,2	3,6	38,1	38,4
$N_{32}P_{32}K_{32}$	4,0	4,7	4,4	43,5	38,6
	4,5	4,9	4,7	42,5	39,2
	5,0	4,6	4,4	39,3	40,6
$N_{64}P_{64}K_{64}$	4,0	4,9	4,5	39,9	42,0
	4,5	4,9	4,6	42,7	43,5
	5,0	4,8	4,2	41,4	41,7
$N_{96}P_{96}K_{96}$	4,0	4,7	4,3	41,7	41,4
	4,5	5,0	4,3	41,5	42,1
	5,0	4,7	3,9	40,2	40,7
HCP ₀₅ по фактору А		0,11			
HCP ₀₅ по фактору В		0,16			
HCP ₀₅ по фактору С		0,13			

**Содержание белка и клейковины в зерне озимых зерновых культур в условиях
светло-каштановой почвы (среднее за 2012–2015 гг.), %**

Вариант	Норма высева, млн шт./га	Озимая пшеница сорт Дон-93		Озимая тритикале сорт Валентин	
		белок, %	сырая клейковина, %	белок, %	сырая клейковина, %
Контроль без удобрений	4,0	11,3	20,0	12,2	20,9
	4,5	11,0	20,2	11,9	21,1
	5,0	10,2	20,3	11,1	21,2
N ₃₂ P ₃₂ K ₃₂	4,0	11,4	20,8	12,3	21,7
	4,5	12,2	20,9	13,1	21,8
	5,0	12,1	21,0	13,0	21,9
N ₆₄ P ₆₄ K ₆₄	4,0	12,2	20,9	13,1	21,8
	4,5	12,4	21,1	13,3	22,0
	5,0	13,3	21,2	14,2	22,1
N ₉₆ P ₉₆ K ₉₆	4,0	13,4	21,0	14,3	21,9
	4,5	13,2	21,2	14,1	22,1
	5,0	13,2	21,2	14,1	22,1

Заключение. В результате проведенного исследования возделывания озимых зерновых культур в условиях рисовых чеков инженерного типа (КАРОС) Астраханской области при уровне минерального питания N₃₂P₃₂K₃₂ и N₆₄P₆₄K₆₄ (норме высева – 4,5 млн шт./га) были получены самые высокие показатели урожайности озимых культур – 4–5 т/га.

Средние уровни минерального питания (N₃₂P₃₂K₃₂ и N₆₄P₆₄K₆₄) дали существенную прибавку по сравнению с контрольным вариантом (без удобрений).

Результаты исследований показали, что количество белка и сырой клейковины существенно отличались как от значения контрольного варианта без обработок, так и от вариантов с различным фоном удобрений. Лучшими вариантами опыта с высокими показателями белка – 13,2–14,2 %, сырой клейковины – 21,2–22,1 % и массы 1000 зерен – 41,4–42,1 г оказались варианты у озимой пшеницы сорта Дон-93 и у озимой тритикале Валентин с уровнем минерального питания N₆₄P₆₄K₆₄ и нормой высева 4,5 млн шт./га.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Акименко А.С., Дудкин И.В., Логачев Ю.Б. Эффективность использования пашни в зависимости от сочетания удобрений в севооборотах // Земледелие. – 2013. – № 2. – С. 10–12.
2. Богатырева Е.Н., Серая Т.М., Черныш А.Ф. Влияние севооборотов и системы удобрения на содержание и качественный состав подвижных гумусовых веществ в дерновоподзолистых эродированных почвах // Агрохимия. – 2013. – № 7. – С. 16–24.
3. Бородычев В.В., Адьяев С.Б., Дедова Э.Б., Сазанов М.А. Экологические требования к при-

менению средств химизации в орошаемых севооборотах Калмыкии // Вопросы мелиорации. – 2007. – № 1–2. – С. 48–51.

4. Гладышев А.И. Перспективы создания солодовых фитомелиоративных агроценозов в аридных районах Северо-Западного Прикаспия // Проблемы рационального природопользования аридных зон Евразии: сб. науч. тр.; сост. и ред. В.П. Зволинского и Д.М. Хомякова. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 2000. – С. 180–181.

5. ГОСТ Р 54478-201. Зерно. Методы определения количества и качества клейковины в пшенице. – М.: Издательство стандартов, 2011. – 19 с.

6. Державин Л.М., Фрид А.С. Научно-методические принципы комплексного мониторинга плодородия земель сельскохозяйственного назначения // Агрохимия. – 2012. – № 2. – С. 3–11.

7. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агроальянс, 2011. – 315 с.

8. Иванов Л.А., Завалин А.А. Приоритеты научного обеспечения земледелия // Земледелие. – 2010. – № 7. – С. 3–6.

9. Мазалов В. И., Мосина О. М., Хмызова Н.Г. Влияние различных доз азотных удобрений на урожайность и качество зерна озимой пшеницы // Земледелие. – 2019. – № 4. – С. 19–21.

10. Научные основы производства высококачественного зерна пшеницы: науч. издание / В.Ф. Федоренко [и др.]. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2018. – 396 с.

11. Патент RU № 96117601/13. МПК6 A01B 79/00, 79/02. Способ расселения почвы / Г.Э. Настинова; заявлено 30.08.1996; опубл. 27.07.1998; бюл. № 28 // Изобретения. – 1998. – № 28. – Ч. 1. – 7 с.

12. Патент РФ, №2424644 С2. Способ рекультивации нарушенных земель в бросовых рисовых чеках / В.П. Зволинский, Л.В. Богосо-





рьянская, А.М. Салдаев, Г.А. Салдаев. – Заявка № 2009113101/21; приоритет от 07.04.2009 г.; бюл. № 21, 27.07.2011 г.

13. Патент РФ, RU № 2159029 C1, МПК A01B 79/02. Способ возделывания амаранта в условиях орошаемого земледелия / А.В. Колганов, А.М. Салдаев, И.А. Шульц, Е.И. Бородычева, А.В. Галда, В.В. Бородычев. – Заявка № 99118396/13; заявлено 25.08.1999; опублик. 20.11.2000; бюл. № 32 // Изобретения. Полезные модели. – 2000. – № 32.

14. Патент RU № 2160981 C1, МПК A01B 79/00, 79/02. Способ создания плантаций солодки голой на обесструктуренных почвах в орошаемом земледелии / А.В. Галда, А.М. Салдаев. – Заявка № 99117260/13; заявлено 09.08.1999; опублик. 27.12.2000; бюл. № 36 // Изобретения. Полезные модели. – 2000. – № 36.

15. Пронина Л.Н., Хвостов Е.Н. Влияние минеральных удобрений и приемов обработки почвы и на урожайность овса // Аграрный научный журнал. – 2019. – № 12. – С. 30–33.

16. Тураева О.М., Жирновых С.С. Влияние срока посева на урожайность сортов озимой пшеницы // Вестник Марийского государственного университета. Сер. Сельскохозяйственные науки. Экономические науки. – 2015. – № 2. – С. 59–62.

17. Удовенко Т.В. Отзывчивость пшеницы на изменение уровня минерального питания при разных терморегимах и водообеспеченности // Агрохимия. – 1994. – № 12. – С. 15–23.

18. Устойчивость земледелия и риски в условиях изменения климата: резюме коллективной монографии / Г.А. Романенко [и др.]; под ред. А.Л. Иванова, И.Б. Ускова; Агрофизический НИИ. – СПб., 2009. – 95 с.

Бондаренко Анастасия Николаевна, канд. геогр. наук, зав. лабораторией агротехнологий овощных культур, Прикаспийский аграрный федеральный научный центр Российской академии наук. Россия.

416251, Астраханская обл., Черныярский р-н, с. Соленое Займище, квартал Северный, 8.

Тел.: (85140) 2-54-39; e-mail: pniiiaz@mail.ru.

Гусакова Наталия Николаевна, д-р хим. наук, проф. кафедры «Ботаника, химия и экология», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

410012, г. Саратов, Театральная пл., 1.

Тел.: (88452) 23-32-92.

Жук Екатерина Александровна, канд. с.-х. наук, главный научный сотрудник – первый заместитель директора по научной работе, ФГБНУ РосНИИСК «Россорго». Россия.

410050, г. Саратов, 1-й Индустриальный пр-д, 4.

Тел.: 89093417494.

Ключевые слова: озимые зерновые; удобрения, нормы высева семян; масса 1000 зерен; белок; сырая клейковина.

INFLUENCE OF MINERAL NUTRITION ON YIELD AND GRAIN QUALITY OF WINTER GRAIN CROPS

Bondarenko Anastasiya Nikolaevna, Candidate of Geographical Sciences, Caspian Agrarian Federal Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Russia.

Gusakova Natalya Nikolaevna, Doctor of Chemical Sciences, Professor of the chair "Botany, Chemistry and Ecology", Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

Zhuk Ekaterina Aleksandrovna, Candidate of Agricultural Sciences, Chief Researcher, All-Russian Research Institute for Sorghum and Maize "Rossorgo". Russia.

Keywords: winter cereals; fertilizers, seeding rates; weight of 1000 grains; protein; raw gluten.

One of the further ways to stabilize the economy of the agricultural sector at the present stage of development of agricultural science in the Astrakhan region is the development of scientifically based zonal farming systems, which are a set of interrelated organizational, agrotechnical, economic, environmental measures aimed at improving soil fertility and crop productivity, in including winter crops.

The studies were carried out on the basis of the FS-BIU "Caspian Agrarian Federal Scientific Center of the Russian Academy of Sciences". The presented results of studies on the cultivation of winter wheat of the Don-93 variety and winter triticale of the Valentin variety in the conditions of light chestnut soil were carried out during

2012-2015. on engineering type checks of the Kalmyk-Astrakhan rice irrigation system (KAROS). Over the years, grain quality indicators have been determined: protein content, crude gluten and a mass of 1000 grains using various levels of mineral nutrition. As a result of studies conducted on engineering-type checks withdrawn from active agricultural circulation, the most promising cultivation options were identified under conditions of light chestnut soil in the Astrakhan region.

In the conditions of the former fields of the rice irrigation system, options with a seed rate of 4.5 million units / ha and a mineral nutrition level of $N_{32}P_{32}K_{32}$ and $N_{64}P_{64}K_{64}$ were the most productive. According to the experimental data obtained in the experiments, it was revealed that for the output of marketable grain products in excess of 4.0 t / ha, a certain observance of rotation of crop rotation is necessary against the background of various agro-technological methods of cultivation.

The level of mineral nutrition $N_{64}P_{64}K_{64}$ with a seed rate of 4.5 million pcs / ha contributed to the formation of higher biochemical potential in the cultured 13.2 ... 14.2%, raw gluten 21.2 ... 22.1% and 1000 grains from 41.4 to 42.1 g.

The results of the studies showed that the change in the economic orientation of rice receipts associated with the sowing of winter crops gives definitely high values in obtaining high-quality grain.