

18. Belyaev A. I., Pugacheva, A. M., Korneeva E. A. Assessment of Ecosystem Services of Wetlands of the Volga–Akhtuba Floodplain // Sustainability. 2022. Vol. 14. P. 11240.
19. Changes in the flora composition of the Volga – Akhtuba floodplain after regulation of the flow of Volga River / V. B. Golub [et al.] // Arid Ecosystems. 2020. V. 10. No. 1. Pp. 44–51.
20. ESA Fire Climate Change Initiative (Fire_cci): MODIS Fire_cci Burned Area Pixel product, version 5.1 / E. Chuvieco [et al.] // Centre for Environmental Data Analysis. 2018.
21. Giglio L., Justice C., Boschetti L., Roy D. MCD64A1 MODIS/Terra+Aqua Burned Area Monthly L3 Global 500m SIN Grid V0 06 [Data set] // NASA EOSDIS Land Processes DAAC. 2015.
22. Giglio L., Schroeder W., Justice C. O. The collection 6 MODIS active fire detection algorithm and fire products // Remote Sensing of Environment. 2016. Vol. 178. Pp. 31–41.
23. Kuzmina, Zh. V., Treshkin S. E., Shinkarenko S. S. Effects of River Control and Climate Changes on the Dynamics of the Terrestrial Ecosystems of the Lower Volga Region // Arid Ecosystems. 2018. Vol. 8. No 4. Pp. 231–244.
24. Mapping Wetland Burned Area from Sentinel-2 across the Southeastern United States and Its Contributions Relative to Landsat-8 (2016–2019) / M. K. Vanderhoof [et al.] // Fire. 2021. V. 4. No. 3. P. 52.
25. Pavleichik V. M., Chibilev A. A. Steppe fires in conditions the regime of reserve and under changing anthropogenic impacts // Geography and Natural Resources. 2018. V. 39. No 3. Pp. 212–221.
26. Shumova N. A. Changes in environmentally significant characteristics of the hydrological regime of the Lower Volga under runoff control // Arid Ecosystems. 2014. V. 4. No 3. Pp. 158–168.

Информация об авторе

Берденгалиева Асель Нурлановна, младший научный сотрудник лаборатории геоинформационного моделирования и картографирования агролесоландшафтов, ФГБНУ «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук (РФ, 400062, г. Волгоград, пр. Университетский, д. 97), ORCID: 0000-0002-5252-7133, e-mail: berdengalieva-an@vfanc.ru

Authors Information

Berdengalieva Asel Nurlanovna, junior researcher laboratory of Geoinformation Modeling and Mapping of Agroforestry Landscapes of the Federal Research Center of Agroecology of the Russian Academy of Sciences (Russia, 400062, Volgograd, Universitetskiy Ave., 97), ORCID: 0000-0002-5252-7133, e-mail: berdengalieva-an@vfanc.ru

DOI: 10.32786/2071-9485-2023-03-22

INFLUENCE OF FERTILIZER DOSES ON THE PRODUCTIVITY AND QUALITY OF GRAIN OF EARLY SOYBEAN VARIETIES UNDER IRRIGATION

L. V. Vronskaya

*FGBNU "All-Russian Research Institute of Irrigated Agriculture
Volgograd, Russian Federation*

Corresponding author E-mail: koshkarova-vniimk@yandex.ru

Received 07.07.2023

Submitted 23.08.2023

The studies were carried out within the framework of the R&D topics for 2019-2021. To develop the theoretical foundations of the methodology and technology of breeding, seed production of field crops (corn, soybeans), to create new competitive genotypes with high productivity, product quality and increased resistance to environmental environmental factors in irrigated conditions of the arid zone. Subject FSMG-2019-0005

Summary

The article presents the results of scientific research on the technology of cultivation of early soybean varieties under irrigation. A significant effect of mineral nutrition on the productivity and grain quality of soybean varieties Volgogradka 2 and VNIIOZ 86 was shown.

Abstract

Introduction. Under irrigation conditions, for the cultivation of promising early soybean varieties, it is important to study the mineral nutrition. The purpose of the research is to identify the responsiveness of early soybean varieties to fertilizer doses calculated for programmed yield levels: 2.5; 3.5 and 4.5 t/ha of grain with maintaining the irrigation regime at least 80% HB. **Materials and methods.** Early maturing soybean varieties of the Nizhnevolzhsky agroecotype, registered in the State Sort Register: VNIIOZ 86 – since 2002, Volgogradka 2 – since 2020. Doses of fertilizers (urea, nitroammophoska) were applied in accordance with the planned yield: 2.5 t/ha – $N_{63}P_{50}K_{25}$; 3.5 t/ha – $N_{88}P_{70}K_{35}$; 4.5 t/ha – $N_{113}P_{90}K_{45}$ kg AI/ha. The control variant was without fertilization. The harvesting area of the plots is 35 m². Repetition 4-fold. **Results and discussions.** With an increase in mineral nutrition, the maximum leaf surface area increases significantly – by 9.3–9.5 thousand m²/ha compared with the control (54.8–62.9 thousand m²/ha). The photosynthetic potential increases – up to 2.5–2.9 million m²×day/ha, in comparison with the control variant – 2–2.5 million m²×day/ha. However, an increased increase in biomass under the influence of fertilizers was noted only in the new variety Volgogradka 2 – from 15.3 t/ha of dry matter (control) to 19.3 t/ha. Fertilization led to a significant increase in the share of grain in the biomass in both varieties – up to 21.9–22.9%, compared with the control (14.7–16.6%). An increase in the background of nutrition increased the height of attachment of the lower bean to 0.13–0.16 m (especially in the Volgogradka 2 variety). The increase in economically valuable traits in soybean varieties led to a significant increase in yield in all variants of fertilizer application - up to 3.60–3.96 t/ha of grain, compared with the control – 2.33–2.40 t/ha. On fertilized variants, the content of protein in seeds increased from 32.7 and 36.0% (control) to 37.7–39.2%, as well as its collection – up to 1.19–1.28 t/ha. The concentration of fat increased, and its collection (0.55–0.65 t/ha) exceeded the control by 0.18–0.24 t/ha.

Key words: soybeans, varieties, fertilizer doses, irrigation, yield, growing season, protein, vegetable fat.

Citation. Vronskaya L. V. Influence of fertilizer doses on the productivity and quality of grain of early soybean varieties under irrigation. *Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp.* 2023. 223-231 (in Russian). DOI: 10.32786/2071-9485-2023-03-22.

Author's contribution. Author of this research paper have directly participated in the planning, execution, or analysis of this study. Conflict of interest. The author declare no conflict of interest.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

УДК 633.34:631.526.32

ВЛИЯНИЕ ДОЗ УДОБРЕНИЙ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА РАННИХ СОРТОВ СОИ В УСЛОВИЯХ ОРОШЕНИЯ

Л. В. Вронская, младший научный сотрудник

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия»
г. Волгоград, Российская Федерация

Исследования проведены в рамках тематики НИР 2019-2021 гг. Разработать теоретические основы методологии и технологии селекции, семеноводства полевых культур (кукурузы, сои), создать новые конкурентоспособные генотипы с высокой продуктивностью, качеством продукции и повышенной устойчивостью к экологическим факторам среды в орошаемых условиях аридной зоны. Тема FSMG-2019-0005

Актуальность. В условиях орошения для возделывания перспективных ранних сортов сои актуально изучение минерального питания. **Объект.** Объектом исследования является выявление отзывчивости ранних сортов сои на дозы удобрений, рассчитанные на уровни программируемой урожайности: 2,5; 3,5 и 4,5 т/га зерна с поддержанием режима орошения не ниже 80 % HB. **Материалы и методы.** Скороспелые сорта сои Нижневолжского агроэкоотипа, зарегистрированные в Госсортреестре: ВНИИОЗ 86 – с 2002 года, Волгоградка 2 – с 2020 года. Дозы удобрений (мочевина, нитроаммофоска) вносили в соответствии с планируемой урожай-

ностью: 2,5 т/га – $N_{63}P_{50}K_{25}$; 3,5 т/га – $N_{88}P_{70}K_{35}$; 4,5 т/га – $N_{113}P_{90}K_{45}$ кг д.в./га. Контрольный вариант – без внесения удобрений. Уборочная площадь делянок – 35 м². Повторность 4-х кратная. **Результаты и обсуждения.** С увеличением минерального питания значительно возрастает максимальная площадь листовой поверхности – на 9,3–9,5 тыс. м²/га сравнительно с контролем (54,8–62,9 тыс. м²/га). Увеличивается фотосинтетический потенциал – до 2,5–2,9 млн. м²×сут./га, в сравнении с контрольным вариантом – 2–2,5 млн. м²×сут./га. Однако повышенный прирост биомассы под воздействием удобрений отмечен только у нового сорта Волгоградка 2 – с 15,3 т/га сухого вещества (контроль) до 19,3 т/га. Удобрение привело к значительному возрастанию доли зерна в биомассе у обоих сортов – до 21,9–22,9%, сравнительно с контролем (14,7–16,6%). Увеличение фона питания повышало высоту прикрепления нижнего боба до 0,13–0,16 м (особенно у сорта Волгоградка 2). Возрастание хозяйственно-ценных признаков у сортов сои привело к существенному увеличению урожайности на всех вариантах внесения удобрений – до 3,60–3,96 т/га зерна, по сравнению с контролем – 2,33–2,40 т/га. На удобренных вариантах возросло содержание протеина в семенах – от 32,7 и 36,0 % (контроль) до 37,7–39,2 %, а также его сбор – до 1,19–1,28 т/га. Концентрация жира повысилась, и его сбор (0,55–0,65 т/га) превышал контроль на 0,18–0,24 т/га.

Ключевые слова: сорта сои, дозы удобрений, орошение сои, урожайность сои, вегетационный период сои.

Цитирование: Вронская Л. В. Влияние доз удобрений на продуктивность и качество зерна ранних сортов сои в условиях орошения. *Известия НВ АУК*. 2023. 3(71). 223-231. DOI: 10.32786/2071-9485-2023-03-22.

Авторский вклад. Автор этой исследовательской работы принимал непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе этого исследования.

Конфликт интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Введение. Доля семян сои иностранной не ГМО селекции, высеваемых в Российской Федерации, уже достигла 45%, поэтому важно мобилизовать отечественные селекционные достижения и улучшить технологию производства сои, в том числе в вопросах минерального питания [6, 8, 11]. В Госсортреестре с 2022 года зарегистрировано к использованию в сельскохозяйственном производстве 329 сортов. Это в 6 раз больше, чем 20 лет назад. Из них для региона Нижнего Поволжья предлагается к возделыванию 31 сорт, среди них почти половина – ранних сроков созревания. Волгоградская область – перспективная зона для расширения посевов этой культуры в условиях орошения, где в 80-х годах 20 столетия соя возделывалась на 20–30 тыс. га со 100%-ной обеспеченностью отечественными семенами и урожайность в отдельных хозяйствах (ОПХ Новожиженское НВ НИИСХ, ОПХ Орошаемое, ОПХ Ленинское ВНИИОЗ) превышала 2 т/га [13, 15].

С постепенным увеличением орошаемых земель на юге России расширяются 3,5 млн. га площади посева отечественных сортов сои, отзывчивых на поливную воду и дающих высокие урожаи (2,5–3,5 т/га), что способствует вытеснению с российского рынка зарубежных селекционных компаний. Особое место в повышении эффективности производства сои отводится совершенствованию агротехнологических приёмов, внесению удобрений в орошаемом земледелии. В селекционном арсенале ФГБНУ ВНИИОЗ находится 2 ранних сорта сои, зарегистрированных в Госсортреестре в разные годы по мере их создания: ВНИИОЗ 86 (2002) и Волгоградка 2 (2020). Сорта характеризуются высокой потенциальной продуктивностью – 2,5–3,5 т/га, для реализации которой необходимо оптимизировать минеральное питание. Вопросы влияния минеральных удобрений на продуктивность и качество сои в условиях орошения недостаточно изучены, особенно это касается ранних сортов, важно разработать технологию их производства в условиях орошения, где одно из главных мест принадлежит удобрениям. **Цель исследований** – выявить отзывчивость ранних сортов сои на дозы вносимых удобрений по уровням программируемой урожайности: 2,5; 3,5 и 4,5 т/га зерна в условиях орошения.

Материалы и методы. Исследования осуществлялись учёными ФГБНУ ВНИИОЗ на полях ФГУП «Орошаемое» в период с 2019 по 2021 гг. в условиях орошения, с использованием скороспелых сортов: ВНИИОЗ 86 с вегетационным периодом 100 суток и Волгоградка 2 – 105 суток. Дозы удобрений рассчитывались на получение программируемой урожайности (по уровням): 2,5 т/га – $N_{63}P_{50}K_{25}$; 3,5 т/га – $N_{88}P_{70}K_{35}$ и 4,5 т/га – $N_{113}P_{90}K_{45}$ кг д.в./га. Контрольный вариант высевался без удобрения. Уборочная площадь делянок составляла 35 м², повторность была 4-х кратная. Определение биометрических показателей по вариантам опыта выполняли в соответствии с требованиями методики полевого опыта в условиях орошения [4].

Агротехнология производства сои в опытах соответствовала общепринятым правилам и отличалась лишь добавленными в технологический процесс приёмами удобрительной химизации. За период вегетации было проведено 9–12 поливов при поддержании 80% НВ. Борьбу с сорной растительностью осуществляли с применением почвенного гербицида Трофи и вегетационного – Базаграна. Норма посева – 500 тыс./га всхожих семян. Уборка проводилась поделочно малогабаритным комбайном Сампо по мере созревания растений, с последующим пересчетом убранного зерна на показатели 14% влажности и 100% физической чистоты.

Результаты и обсуждения. Результаты исследований показали, что быстро созревающие сорта характеризуются меньшим расходом оросительной воды, раньше освобождают поле и служат лучшими предшественниками для озимых культур, чем среднеспелые генотипы. Ускоренное распространение сои в посевах Центральной России (более 1 млн. га) как раз и связано с широким использованием в посевах ранних сортов.

В орошаемом земледелии изучение отзывчивости на удобрение скороспелых сортов практически не проводилось. С выведением новых сортов, таких как Волгоградка 2, возникла необходимость экспериментального подбора доз внесения удобрений для оптимизации минерального питания растений.

Поддержание влажности почвы не ниже 80% НВ обеспечивалось оросительной нормой в 2019 году – 3900 м³/га (1 полив нормой 300 м³/га от всходов до фазы ветвления в слое 0,4 м и 8 поливов по 450 м³/га в период бутонизации до полного налива семян в бобах в слое 0,6 м). В 2020 году оросительная норма составила 4200 м³/га (2 полива 300 м³ и 8 поливов 450 м³/га). В засушливом 2021 году оросительная норма была 5100 м³/га (2 полива по 300 м³/га и 10 поливов – 450 м³/га).

Процесс формирования урожая у растений тесно связан с процессом фотосинтеза. При значительном повышении активности этого процесса агрофитоценоз может аккумулировать около 100% энергии и формировать почти 95% сухой биомассы [10, 12, 14]. За счёт фотосинтеза создаётся не только биомасса, но и формируются генеративные органы – бутоны, цветки, бобы, семена, превращающиеся постепенно в зерновую или семенную продукцию.

Важным показателем процесса фотосинтеза является листовая поверхность. Насколько максимальной характеризуется площадь этой поверхности, настолько мощным может быть фотосинтетический потенциал посева, который напрямую определяет уровень урожайности биомассы и зерна [1, 2, 5].

В наших опытах с увеличением доз удобрений площадь листовой поверхности возрастала у обоих сортов, но особенно значительно у Волгоградки 2 – на 9,3–9,7 тыс. м²/га относительно контроля.

По мере улучшения минерального питания повышение фотосинтетического потенциала у сортов было примерно одинаковым. Однако по абсолютному показателю – 2,9 млн. м²×сут./га – он был более высоким у сорта Волгоградка 2. Поэтому сбор сухой

биомассы достигал у нового сорта 19,3 т/га, значительно превысив аналогичный показатель сорта ВНИИОЗ 86 – 16,4 т/га. Следует отметить, что у сорта ВНИИОЗ 86 не наблюдался прирост биомассы по мере увеличения минерального питания растений, что является одним из показателей невысокой отзывчивости его на удобренный фон.

Проблема направленности использования сформированных в процессе фотосинтеза пластических веществ относится к числу наиважнейших в физиологических исследованиях [3]. В наших опытах доля зерна в общей биомассе, с улучшением питания растений, неуклонно возрастала у сорта ВНИИОЗ 86 с 14,7 до 22,9, а у сорта Волгоградка 2 - с 16,6 до 21,9. Однако у сорта ВНИИОЗ 86 этот процесс проходил более интенсивно на всех вариантах внесения удобрений (таблица 1).

Таблица 1 – Сравнение формирования основных хозяйственно-ценных признаков у скороспелых сортов сои в условиях орошения (2019–2021 гг.)
Table 1 – Comparison of the formation of the main economically valuable traits in early-ripening soybean varieties under irrigation conditions (2019–2021 gg.)

№	Показатели	Дозы удобрений, NPK, кг д.в./га контроль	Сорта		Абсолютный показатель отклонения от контроля ±
			ВНИИОЗ 86, контроль	Волгоградка 2	
1	Сбор сухой биомассы, т/га	б/у	17,0	15,3	-
		N ₆₃ P ₅₀ K ₂₅	14,1	16,6	1,3
		N ₈₈ P ₇₀ K ₃₅	14,4	17,1	1,8
		N ₁₁₃ P ₉₀ K ₄₅	16,4	19,3	4,0
2	Масса зерна на растении, г	б/у	5,5	5,4	-
		N ₆₃ P ₅₀ K ₂₅	6,9	6,5	1,1
		N ₈₈ P ₇₀ K ₃₅	7,5	7,7	2,3
		N ₁₁₃ P ₉₀ K ₄₅	8,3	8,6	3,2
3	Высота прикрепления нижнего боба на растении, м	б/у	0,08	0,13	-
		N ₆₃ P ₅₀ K ₂₅	0,11	0,14	0,01
		N ₈₈ P ₇₀ K ₃₅	0,13	0,16	0,03
		N ₁₁₃ P ₉₀ K ₄₅	0,13	0,16	0,03
4	Максимальная площадь листовой поверхности, тыс. м ² /га	б/у	54,8	62,9	-
		N ₆₃ P ₅₀ K ₂₅	62,9	61,5	-1,4
		N ₈₈ P ₇₀ K ₃₅	56,8	72,6	9,7
		N ₁₁₃ P ₉₀ K ₄₅	64,3	70,8	9,3
5	Фотосинтетический потенциал, млн. м ² ×сут./га	б/у	2,0	2,5	-
		N ₆₃ P ₅₀ K ₂₅	2,1	2,4	-0,1
		N ₈₈ P ₇₀ K ₃₅	2,3	2,7	0,2
		N ₁₁₃ P ₉₀ K ₄₅	2,5	2,9	0,5
6	Доля зерна в общей биомассе, %	б/у	14,7	16,6	-
		N ₆₃ P ₅₀ K ₂₅	21,9	19,6	3,0
		N ₈₈ P ₇₀ K ₃₅	21,8	21,6	5,0
		N ₁₁₃ P ₉₀ K ₄₅	22,9	21,9	5,3

Одним из ключевых показателей продуктивности селекционных достижений является масса зерна, которая образовалась на растении в течение вегетационного периода. Анализ влияния удобрительных фонов на этот показатель дал возможность установить, что изучаемые сорта отзывались на улучшение минерального питания примерно с одинаковой интенсивностью и уровнем формирования зерна на растении, ВНИИОЗ 86 – 5,5–8,3 г, Волгоградка 2 – 5,4–8,6 г. Отсюда следует, что оба эти сорта характеризуются высоким биологическим потенциалом зерновой продуктивности.

Из характеристики исследуемых сортов сои видно, что ВНИИОЗ 86 имеет низкое прикрепление первых бобов на растении от поверхности почвы – 0,08 м, а Волгоградка 2 – более высокое (0,13 м), но не способствующее значительному снижению уборочных потерь. Под воздействием увеличивающихся доз удобрений величина этого показателя существенно возрастает, и особенно значительно (до 0,14–0,16 м) у сорта Волгоградка 2. Результаты наших исследований показали, что урожайность зерна у Волгоградки 2 была выше планируемой урожайности 2,5–3,5 т/га на 0,42–0,01 т/га в вариантах применения высоких доз удобрений, у сорта ВНИИОЗ 86 была прибавка на планируемую урожайность 2,5 т/га – 0,47 т/га. Урожайность сорта Волгоградка 2 на максимально удобренном фоне приближалась к 4 т/га (3,96 т/га). Этот сорт хорошо отзывчив на удобрение (таблица 2).

Таблица 2 – Урожайность скороспелых сортов сои в зависимости от доз внесения удобрений (2019–2021 гг.)

Table 2 – Yield of early maturing soybean varieties depending on the doses of fertilizer application (2019–2021 gg.)

Сорта	Планируемая урожайность, т/га	Дозы удобрений, NPK, кг д.в./га	Урожайность, т/га	Отклонение от планируемой урожайности ±
ВНИИОЗ 86		б/у (контроль)	2,33	-
	2,5	N ₆₃ P ₅₀ K ₂₅	2,97	+0,47
	3,5	N ₈₈ P ₇₀ K ₃₅	3,25	-0,25
	4,5	N ₁₁₃ P ₉₀ K ₄₅	3,60	-0,9
Волгоградка 2		б/у (контроль)	2,40	-
	2,5	N ₆₃ P ₅₀ K ₂₅	2,92	+0,42
	3,5	N ₈₈ P ₇₀ K ₃₅	3,51	+0,01
	4,5	N ₁₁₃ P ₉₀ K ₄₅	3,96	-0,54
НСР ₍₀₅₎ А			0,1	
НСР ₍₀₅₎ В			0,2	
НСР ₍₀₅₎ АВ			0,2	

Среди всего растительного мира соя является непревзойдённым лидером по содержанию белка (до 40% в среднем) и жира (до 20%). Наиболее древние формы уссурийской сои *Glycine Soya* характеризовались очень высокой – до 46–52% концентрацией протеина. Но последующая domestикация этой культуры до *G. max* привела к существенному уменьшению этого показателя к настоящему времени. Повысить уровень сырого протеина в семенах важно на основе усовершенствования приёмов агротехники – оптимизации минерального питания.

Результаты наших исследований показали, что улучшение почвенного питания сортов сои способствует значительному росту содержания протеина в семенах (таблица 3).

С улучшением условий минерального питания растений содержание белка в семенах сорта Волгоградка 2 увеличивалось на 3,5–5,0%, а у сорта ВНИИОЗ 86 – на 2,1–3,5%, достигая уровней 37,7–39,2%, что значительно выше, чем на вариантах без внесения удобрений.

Для сои, как культуры двойного использования, особое значение имеет и уровень накопления жира в семенах. Но до сих пор отсутствует благоприятный прогноз идентификации более высокомасличных генотипов (23–28% жира), чем существующие (18–20%) в настоящее время [10, 15, 16]. Наши результаты свидетельствуют, что удобрения не влияют на содержание растительного жира в семенах, у сорта ВНИИОЗ 86 – 18,4%, у сорта Волгоградка 2 – 19,8%.

С хозяйственной точки зрения, не менее важными показателями качества сортов сои является сбор протеина и жира с 1 га. Улучшение минерального питания агроценоза существенно повышает выход белка и масла с 1 га примерно с одинаковой интенсивностью у изучаемых сортов. Рост по выходу протеина составил у них от 0,08 до 0,45 т/га, жира – от 0,06 до 0,24 т/га.

Таблица 3 – Содержание в семенах и сбор с гектара протеина и жира у скороспелых сортов сои по вариантам внесения удобрений в условиях орошения (2019–2021 гг.)

Table 3 – Content in seeds and collection per hectare of protein and fat in early maturing soybean varieties by fertilizer application options under irrigation conditions (2019–2021)

Показатели	Дозы удобрений, НРК, кг д.в./га	Сорта		Абсолютный показатель отклонения от контроля по сортам ±	
		ВНИИОЗ 86	Волгоградка 2	ВНИИОЗ 86	Волгоградка 2
Содержание в семенах протеина, % от сухого вещества	б/у контроль	36,0	32,7	-	-
	N ₆₃ P ₅₀ K ₂₅	38,1	36,2	2,1	3,5
	N ₈₈ P ₇₀ K ₃₅	39,5	38,6	3,5	4,1
	N ₁₁₃ P ₉₀ K ₄₅	39,2	37,7	3,2	5,0
Содержание жира в семенах, % от сухого вещества	б/у контроль	18,4	19,8	-	-
	N ₆₃ P ₅₀ K ₂₅	18,3	18,7	-0,1	-1,1
	N ₈₈ P ₇₀ K ₃₅	17,4	19,0	-1,0	-0,8
	N ₁₁₃ P ₉₀ K ₄₅	17,4	19,2	-1,0	-0,6
Сбор протеина, т/га	б/у контроль	0,76	0,83	-	-
	N ₆₃ P ₅₀ K ₂₅	0,92	0,91	0,16	0,08
	N ₈₈ P ₇₀ K ₃₅	1,08	1,08	0,32	0,25
	N ₁₁₃ P ₉₀ K ₄₅	1,19	1,28	0,43	0,45
Сбор жира, т/га	б/у контроль	0,37	0,41	-	-
	N ₆₃ P ₅₀ K ₂₅	0,47	0,47	0,1	0,06
	N ₈₈ P ₇₀ K ₃₅	0,49	0,57	0,12	0,16
	N ₁₁₃ P ₉₀ K ₄₅	0,55	0,65	0,18	0,24

Заключение. Возделывание скороспелых сортов сои ВНИИОЗ 86 и Волгоградка 2 в условиях орошения с минеральным питанием способствует росту урожайности от 3,60 до 3,96 т/га. Рассчитанные дозы минерального питания ранних сортов сои, по программируемым уровням урожайности 2,5; 3,5 и 4,5 т/га, позволили пропорционально повысить показатели важнейших хозяйственных признаков: максимальной площади листовой поверхности, фотосинтетического потенциала, сбора сухой биомассы, доли зерна в общей биомассе, высоты прикрепления нижних бобов. В ходе исследования была достигнута урожайность сортов сои на минеральном питании: ВНИИОЗ 86 от 2,97 до 3,60 т/га, и Волгоградка 2 – от 2,92 до 3,96 т/га. Анализ качества зерна показал, что увеличение содержания протеина до 37,7–39,2% происходило без изменения концентрации растительного жира. Содержание ценных веществ возрастает до 1,19–1,28 т/га – протеина и до 0,55–0,65 т/га – жира при максимальном отклонении от контроля без внесения удобрений.

Фактический уровень близкий к планируемой урожайности 3,5 т/га получен у сорта Волгоградка 2 при поддержании влажности почвы не ниже 80% НВ и внесении минеральных удобрений дозой N₈₈P₇₀K₃₅.

Conclusions. Cultivation of early maturing soybean varieties VNIIOZ 86 and Volgogradka 2 under irrigation conditions with mineral nutrition contributes to an increase in yield from 3.60 to 3.96 t/ha. Calculated doses of mineral nutrition of early soybean varieties, according to programmable yield levels 2.5; 3.5 and 4.5 t/ha, made it possible to proportionally increase the indicators of the most important economic traits: the maximum leaf area, photosynthetic potential, dry biomass harvest, grain share in total biomass, bottom bean attachment height. In the course of the study, the yield of soybean varieties on mineral nutrition was achieved: VNIIOZ 86 from 2.97 to 3.60 t/ha, and Volgogradka 2 –

from 2.92 to 3.96 t/ha. An analysis of grain quality showed that an increase in protein content up to 37.7–39.2% occurred without changing the concentration of vegetable fat. The content of valuable substances increases to 1.19–1.28 t/ha – protein and up to 0.55–0.65 t/ha – fat, with a maximum deviation from control without fertilization. The actual level, close to the planned yield of 3.5 t/ha, was obtained for the Volgogradka 2 variety while maintaining soil moisture at least 80% of the lowest moisture resistance and applying mineral fertilizers at a dose of $N_{88}P_{70}K_{35}$.

Библиографический список

1. Агротехническая и экономическая оценка применения минеральных удобрений и ризоторфина на сортах сои различных групп спелости в условиях орошения / О. Г. Шабалдас, К. И. Пимонов, А. Н. Есаулко, В. В. Бородычев, С. С. Вайцеховская // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2021. № 2 (62). С. 209-222.
2. Влияние водного и пищевого режимов почвы на продуктивность многолетних бобовых трав / Т. Н. Дронова, Н. И. Бурцева, Д. К. Кулик, Е. И. Молоканцева, С. В. Земляничина // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2022. № 3 (67). С. 53-61.
3. Кирчанова Г. В. Влияние доз минеральных удобрений на качество получаемой продукции и масличности сои // Вестник биотехнологии. 2022. № 2 (31).
4. Плешаков В. Н. Методика полевого опыта в условиях орошения. Волгоград: ВНИИОЗ, 1983. 148 с.
5. Рост урожайности сортов сои и эффективности применения удобрения в условиях орошения / В. В. Толоконников, Л. В. Вронская, С. С. Мухаметханова, Г. П. Канцер // Орошаемое земледелие. 2022. № 2. С. 24-27.
6. Сопряженность количественных признаков и показателей скороспелости селекционных линий сои овощного и технического направлений / Д. Р. Шафигуллин, Е. В. Романова, М. С. Гинс, Е. П. Пронина // Аграрная Россия. 2017. № 9. С. 2-8.
7. Тарчоков Х. Ш., Тутукова Д. А. Соя различных групп спелости в условиях предгорной зоны Кабардино-Балкарии // Аграрная Россия. 2020. № 6. С. 27-32.
8. Тедеева В. В., Абаев А. А., Тавказахов С. А. Продуктивность сортов сои в зависимости от норм высева и способов посева // Аграрная Россия. 2022. № 11. С. 15-22.
9. Тишков Н. М., Махонин В. Л., Носов В. В. Урожайность и качество урожая сои в зависимости от способов и доз применяемых удобрений // Масличные культуры. 2019. Вып. 4 (180). С. 53-60.
10. Формирование урожайности сои в зависимости от нормы высева и способа посева в условиях Приморского края / Л. Е. Марчук, Р. В. Тимошинов, Е. Ж. Кушаева, А. А. Дубков, А. Г. Клыков // Аграрная Россия. 2022. № 12. С. 3-8.
11. Шабалкин А. В., Дубинкина Е. А. Соя - экономически выгодная культура // Аграрная Россия. 2022. № 1. С. 17-21.
12. Юркова Р. Е., Докучаева Л. М. Влияние минеральных удобрений на рост развитие и урожайность сои на лугово-чернозёмных почвах Ростовской области // Мелиорация и гидротехника. 2021. Т. 11. № 3. С. 206-220.
13. Agromeliorative methods of cultivation of a new variety of soybeans Volgogradka 2 under irrigation conditions / V. V. Tolokonnikov, A. A. Novikov, E. S. Vorontsova, S. D. Fomin, T. S. Koshkarova // International Conference on Engineering Studies and Cooperation in Global Agricultural Production. 2021. P. 012072.
14. Soy cultivation technology with gravity drip irrigation in south and Southeast Kazakhstan / R. Yelnazarkyzy, S. B. Kenenbayev, S. V. Didorenko, V. V. Borodychev // Journal of Ecological Engineering. 2019. V. 20 (7). Pp. 39-44.
15. The effect of fertilizer system on Soybean productivity in conditions of right bank forest – steppe / I. M. Didur [et al.] // Ukrainian Journal of Ecology. 2019. № 9 (1). P. 76-80.
16. The models of Soybean varieties adapted to dry conditions / V. V. Tolokonnikov, L. V. Vronskaya, M. V. Trunova, T. S. Koshkarova, G. M. Saenko // Advances in Science for Agriculture "Achievements of Science for the Agro-Industrial Complex. 2021. P. 012013.

References

1. Agrotechnical and economic assessment of the use of mineral fertilizers and risotrophin on soybean varieties of various ripeness groups in irrigation conditions / O. G. Shabalda, K. I. Pimonov, A. N. Esaulko, V. V. Borodychev, S. S. Vaitsekhovskaya // *Izvestia of the Lower Volga Agricultural University Complex: Science and higher professional education*. 2021. № 2 (62). Pp. 209-222.
2. The influence of water and food regimes of the soil on the productivity of perennial legumes / T. N. Dronov, N. I. Burtsev, D. K. Kulik, E. I. Molokantseva, S. V. Zemlyanitsyn // *Izvestia of the Nizhnevolzhsky Agricultural University Complex: science and higher professional education*. 2022. № 3 (67). Pp. 53-61.
3. Kirchanova G. V. Impact of doses of mineral fertilizers on the quality of produced products and soybean oiliness // *Bulletin of Biotechnology*. 2022. № 2 (31).
4. Pleshakov V. N. Field test method in irrigation conditions. Volgograd: VNIIOZ, 1983. 148 p.
5. Increase in the yield of soybean varieties and the effectiveness of fertilizer use in irrigation conditions / V. V. Tolokonnikov, L. V. Vronskaya, S. S. Mukhametkhanova, G. P. Kanzer // *Irrigated agriculture*. 2022. № 2. Pp. 24-27.
6. Conjugation of quantitative signs and indicators of early maturity of selection lines of soybeans of vegetable and technical directions / D. R. Shafigullin, E. V. Romanova, M. S. Gins, E. P. Pronina // *Agrarian Russia*. 2017. № 9. Pp. 2-8.
7. Tarchokov Kh. Sh., Tutukova D. A. Soy of various ripeness groups in the conditions of the foothill zone of Kabardino-Balkaria // *Agrarian Russia*. 2020. № 6. Pp. 27-32.
8. Tedeeva V. V., Abaev A. A., Tavkazakhov S. A. Productivity of soybean varieties depending on sowing standards and sowing methods // *Agrarian Russia*. 2022. № 11. Pp. 15-22.
9. Tishkov N. M., Makhonin V. L., Nosov V. V. Yield and quality of soybean harvest depending on the methods and doses of fertilizers used // *Oilseeds*. 2019. No 4 (180). Pp. 53-60.
10. The formation of soybean yield depending on the seeding rate and method of seeding in the conditions of the Primorsky Territory / L. E. Marchuk, R. V. Timoshinov, E. Zh. Kushaeva, A. A. Dubkov, A. G. Klykov // *Agrarian Russia*. 2022. № 12. Pp. 3-8.
11. Shabalkin A. V., Dubinkina E. A. Soy – economically profitable culture // *Agrarian Russia*. 2022. № 1. Pp. 17-21.
12. Yurkova R. E., Dokuchaeva L. M. The influence of mineral fertilizers on the growth and yield of soybeans on meadow-chernozem soils of the Rostov region // *Melioration and hydraulic engineering*. 2021. V. 11. № 3. Pp. 206-220.
13. Agromeliorative methods of cultivation of a new variety of soybeans Volgogradka 2 under irrigation conditions / V. V. Tolokonnikov, A. A. Novikov, E. S. Vorontsova, S. D. Fomin, T. S. Koshkarova // *International Conference on Engineering Studies and Cooperation in Global Agricultural Production*. 2021. P. 012072.
14. Soy cultivation technology with gravity drip irrigation in south and Southeast Kazakhstan / R. Yelnazarkyzy, S. B. Kenenbayev, S. V. Didorenko, V. V. Borodychev // *Journal of Ecological Engineering*. 2019. V. 20 (7). Pp. 39-44.
15. The effect of fertilizer system on Soybean productivity in conditions of right bank forest – steppe / I. M. Didur [et al.] // *Ukrainian Journal of Ecology*. 2019. № 9 (1). Pp. 76-80.
16. The models of Soybean varieties adapted to dry conditions / V. V. Tolokonnikov, L. V. Vronskaya, M. V. Trunova, T. S. Koshkarova, G. M. Saenko // *Advances in Science for Agriculture "Achievements of Science for the Agro-Industrial Complex"*. 2021. P. 012013.

Информация об авторе

Вронская Любовь Васильевна, младший научный сотрудник, ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия (РФ, 400002, г. Волгоград, ул. им. Тимирязева, д. 9), тел: +79173322329, e-mail: lv_vronskaya@vniioz.ru

Authors Information

Vronskaya Lyubov Vasilyevna, Junior Researcher, All-Russian Research Institute of Irrigated Agriculture (Russian Federation, 400002, Volgograd, Timiryazev St., 9), tel: +79173322329, e-mail: lv_vronskaya@vniioz.ru