

РОЛЬ МЕЛИОРАЦИИ И ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА В ОБЕСПЕЧЕНИИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Научная статья

УДК 633.63:631.67

Влияние минеральных удобрений на рост, развитие и урожайность свеклы сахарной при возделывании в Ростовской области на орошаемых землях

Сергей Артурович Селицкий¹, Рита Евгеньевна Юркова²

^{1, 2}Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск,
Российская Федерация

¹ssilja@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4771-4516>

²rita6161@list.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8275-5834>

Аннотация. Цель: установить влияние норм минеральных удобрений (МУ), рассчитанных на планируемую урожайность сахарной свеклы, на рост, развитие и продуктивность при ее возделывании на черноземах обыкновенных в условиях орошения. **Материалы и методы.** Опыт проводился на черноземе обыкновенном среднесуглинистом в Ростовской области в 2025 г. согласно схеме, включающей четыре варианта с внесением минеральных удобрений расчетной нормой на планируемую урожайность 80, 100, 120, 140 т/га и контрольный вариант без удобрений. В опытах проводились фенологические и биометрические наблюдения по общепринятым методикам полевого опыта и статистическая обработка данных. **Результаты.** Установлено, что внесение удобрений обеспечило лучшую выживаемость растений, которая составила 87,5–90,7 % против 81,4 % при возделывании без удобрений. Наибольший линейный рост отмечен на варианте с внесением МУ на запланированную урожайность 140 т/га в фазу размыкания листьев – 70,2 см. Максимальное значение площади листовой поверхности наблюдалось на этом же варианте в фазу смыкания листьев в междурядьях и достигало 73,66 тыс. кв. м/га. Максимальная масса корнеплодов наблюдалась в фазу биологической спелости на вариантах с внесением МУ на запланированную урожайность 120 и 140 т/га – 1365,9 и 1533,2 г соответственно. **Выводы.** Внесение минеральных удобрений нормами по схеме опыта обеспечило рост урожайности корнеплодов с 95,2 до 133,4 т/га, при этом прибавка от удобрений составила 83,1–156,5 %. Наименьшее содержание сахара в корнеплодах отмечено на варианте без удобрений – 17,4 %, а наибольшее – при внесении удобрений на запланированную урожайность 120 т/га. Сбор сахара варьировал от 16,95 до 24,95 т/га на вариантах с удобрением.

Ключевые слова: свекла сахарная, минеральные удобрения, сахаристость, урожайность, корнеплод, питательные вещества, технология

Апробация результатов исследования: основные положения статьи доложены на Международной научно-практической конференции «Роль мелиорации и водного хозяйства в обеспечении устойчивого развития земледелия» (г. Новочеркасск, 18 февраля 2026 г.).

Для цитирования: Селицкий С. А., Юркова Р. Е. Влияние минеральных удобрений на рост, развитие и урожайность свеклы сахарной при возделывании в Ростовской области на орошаемых землях // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2026. Т. 98, № 1. С. 145–158.

THE ROLE OF LAND RECLAMATION AND WATER MANAGEMENT IN ENSURING THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF AGRICULTURE

Original article

The influence of mineral fertilizers on sugar beet growth, development and yield when grown on irrigated lands in the Rostov region

Sergei A. Selitsky¹, Rita Ye. Yurkova²

^{1,2}Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk,
Russian Federation

¹ssilja@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4771-4516>

²rita6161@list.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8275-5834>

Abstract. Purpose: to determine the influence of mineral fertilizer rates (MFR), calculated for the planned sugar beet yield, on the growth, development and productivity during its cultivation on ordinary chernozem under irrigation. **Materials and methods.** The experiment was conducted on ordinary chernozem medium loamy in the Rostov region in 2025 according to a scheme including four variants with the mineral fertilizers application at the calculated rate for the planned yield of 80, 100, 120, 140 t/ha and a control variant without fertilizers. The experiments included phenological and biometric observations according to generally accepted field experimental methods and statistical data processing. **Results.** It was found that the fertilizer application ensured better plant survival, which amounted to 87.5–90.7 % versus 81.4 % when cultivated without fertilizers. The highest linear growth was observed in the variant with the MF application for the planned yield of 140 t/ha at the leaf opening phase – 70.2 cm. The maximum value of the leaf surface area was observed in the same variant at the leaf closing phase in the row spacings and reached 73.66 thousand sq. m/ha. The maximum weight of root crops was observed at the biological maturity phase in the variants with the MF application for the planned yield of 120 and 140 t/ha – 1365.9 and 1533.2 g, respectively. **Conclusions.** The application of mineral fertilizers at the rates according to the experimental design ensured an increase in the root crop yield from 95.2 to 133.4 t/ha, while the increase from fertilizers was 83.1–156.5 %. The lowest sugar content in root crops was observed in the unfertilized variant – 17.4 %, while the highest was observed with fertilizer application at a planned yield of 120 t/ha. Sugar yields ranged from 16.95 to 24.95 t/ha in variants with fertilizers.

Keywords: sugar beet, mineral fertilizers, sugar content, yield, root crop, nutrients, technology

Evaluation of the research results: the main provisions of the article were reported at the International scientific and practical conference “The role of land reclamation and water management in ensuring the sustainable development of agriculture” (Novocherkassk, February 18, 2026).

For citation: Selitsky S. A., Yurkova R. Ye. The influence of mineral fertilizers on sugar beet growth, development and yield when grown on irrigated lands in the Rostov region. *Ways of Increasing the Efficiency of Irrigated Agriculture*. 2026;98(1):145–158. (In Russ.).

Введение. Производство сахара является стратегическим направлением в обеспечении продовольственной безопасности. Сахар используется в пищевой промышленности и является одним из важнейших продуктов питания человека, способствующим физической и умственной работоспо-

собности. Высокая энергетическая ценность – 400 ккал/100 г – позволяет активизировать деятельность организма.

Сахарная свекла возделывается в более чем 60 странах мира, обеспечивая сахаром более 20 % мирового потребления. Корнеплоды сахарной свеклы являются единственным сырьем для сахарной промышленности РФ. По данным Федеральной службы государственной статистики (Росстат) производство сахарной свеклы за последние пять лет с 2020 по 2024 г. довольно стабильно. Посевная площадь в Российской Федерации в этот период варьировала с 926,0 до 1168 тыс. га в хозяйствах всех категорий. Наибольшие площади под посевами сахарной свеклы находятся в Центральном федеральном округе – 612,6 тыс. га в 2024 г., а также в Южном и Приволжском федеральных округах – 240,9 и 247,5 тыс. га соответственно. Валовой сбор сахарной свеклы за этот же период по стране изменялся от 33915,1 до 45115,7 тыс. т. Наибольший сбор корнеплодов зафиксирован в среднем за пять лет в ЦФО – 24015,4 тыс. т, в ЮФО – 9448,4 тыс. т и ПФО – 7957,8 тыс. т. Среди регионов лидирует Краснодарский край, где валовой сбор в среднем за пятилетку составил 8470,4 тыс. т, далее – Воронежская область – 5145,8 тыс. т, Липецкая и Тамбовская области – 4621,7 и 4472,1 тыс. т. Показатели урожайности корнеплодов сахарной свеклы в значительной степени зависят от уровня технологии при ее возделывании, включая выбор обоснованного предшественника и подбор высокоурожайных гибридов и сортов, обработку почвы, средства защиты от болезней и вредителей, питательный и водный режимы, борьбу с сорной растительностью. За последние пять лет урожайность варьировала от 370 ц/га в 2020 г. до 504,7 ц/га в 2023 г., а в среднем составила 434 ц/га^{1,2}.

¹Рынок сахара в России: сезон 2024/2025 [Электронный ресурс]. URL: <https://svoefarmerstvo.ru/svoemedia/articles/rynok-sahara-v-rossii-sezon-20242025> (дата обращения 2.02.2026).

²Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. URL: https://www.rosstat.gov.ru/enterprise_economy (дата обращения 29.01.2026).

Многочисленные исследования по возделыванию сахарной свеклы в различных свеклосеющих регионах России позволяют сделать вывод, что продуктивность этой культуры зависит от многих факторов. Большая роль в формировании урожайности сахарной свеклы принадлежит агроклиматическим условиям. Сахарная свекла требовательна к почвенным условиям произрастания – наличию питательных элементов, кислотности почвы, ее плотности [1–5].

При возделывании сахарной свеклы в Тамбовской области на черноземе выщелоченном тяжелосуглинистого гранулометрического состава мощностью 25–30 см с содержанием гумуса 5,6 % отмечается, что внесение минеральных удобрений нормами $N_{150}P_{90}K_{90}$ и $N_{120}P_{90}K_{90}$ способствовало получению прибавки урожайности 41–50 ц/га по сравнению с контролем (без удобрений) и увеличению сбора сахара на 6,7–8,3 ц/га [6–8].

На серых лесных почвах Брянской области при внесении удобрений нормой $N_{120}P_{120}K_{120}$ получена урожайность 38,38 т/га против 18,0 т/га без удобрений [9, 10].

В исследованиях, проведенных в Краснодарском крае на атипичных выщелоченных черноземах, установлена роль минеральных удобрений на нарастание площади листовой поверхности, величину урожая и сахаристости [11].

Потребление питательных элементов дифференцировано в течение вегетации культуры. Оно резко возрастает с середины вегетации с нарастанием листовой массы и развитием корнеплодов.

Большое влияние на усвояемость питательных веществ оказывает влагообеспеченность посевов в течение сезона. При дефиците естественной влагообеспеченности орошение является, наряду с минеральным питанием, основным условием роста урожайности сахарной свеклы [12].

В исследованиях, проведенных в Белорусской государственной сельскохозяйственной академии на дерново-подзолистых, легкосуглинистых

почвах, изучалось взаимодействие применения удобрений и орошения на рост, развитие и урожайность сахарной свеклы. Установлено, что максимальная урожайность получена при обеспечении нижнего предела влагообеспеченности 70 % НВ. В среднем за три года на фоне внесения минеральных удобрений (МУ) нормами $N_{120}P_{90}K_{180}$ и $N_{150}P_{110}K_{300}$ урожайность составила 110,9 и 117,1 т/га соответственно, а прибавка от орошения – 42,3 и 39,6 т/га [13].

При изучении влияния норм минеральных удобрений на продуктивность сахарной свеклы на типичных черноземах установлено, что увеличение вносимых удобрений способствовало росту урожайности от 333,0 до 440,0 ц/га в среднем за три года, при этом сахаристость корнеплодов несколько снижалась – на 0,1–1,0 %.

Анализируя опыт возделывания сахарной свеклы в разных регионах страны, можно сделать вывод, что нормы внесения минеральных удобрений необходимо уточнять для каждого типа почв на основании содержания питательных элементов в корнеобитаемом слое [14].

В связи с этим определена цель работы: установить влияние норм минеральных удобрений, рассчитанных на планируемую урожайность сахарной свеклы, на рост, развитие и продуктивность при ее возделывании на черноземах обыкновенных в условиях орошения.

Материалы и методы. Опыт проводился на черноземе обыкновенном среднесуглинистом в Ростовской области в 2025 г. По результатам агрохимического обследования почвы в 40-сантиметровом слое характеризуются³ высокой обеспеченностью калием – 368,9 мг/кг, низкой – фосфором – 18,0 мг/кг и высокой – нитратным азотом – 25,3 мг/кг. Содержание гумуса в слое 0–40 см составляет 2,2 %, что указывает на низкую обеспеченность почвы органическим веществом.

³Руководство по контролю и регулированию почвенного плодородия орошаемых земель. Новочеркасск: РосНИИПМ, 2017. 137 с.

Метеорологические условия вегетационного периода характеризуются очень засушливым климатом (гидротермический коэффициент ГТК = 0,35). Количество выпавших осадков за апрель – сентябрь составило 127,7 мм, что значительно меньше среднемноголетней величины – на 173,3 мм. Температурный режим был на уровне среднемноголетних значений, а сумма среднесуточных температур выше 10 °С составила 3606,1 °С.

На опытных делянках высевался гибрид сахарной свеклы Вектор широкорядным способом с междурядьем 45 см и густотой растений 100 тыс. шт./га. Повторность опыта четырехкратная, расположение делянок рендомизированное. Орошением участка капельной системой обеспечивалось поддержание влагообеспеченности почвы в слое 0,6 м по периодам развития сахарной свеклы по схеме 80-80-70 % НВ.

Схемой опыта было предусмотрено 5 вариантов. Четыре варианта с внесением минеральных удобрений с расчетом нормы удобрений на планируемую урожайность 80, 100, 120, 140 т/га и контрольный вариант без удобрений. Для получения запланированной урожайности 80 т/га внесено $N_{210}P_{70}K_{130}$, для 100 т/га – $N_{265}P_{90}K_{205}$, для 120 т/га – $N_{325}P_{110}K_{280}$, для 140 т/га – $N_{385}P_{130}K_{355}$ кг д. в./га⁴ [15, 16].

В опытах проводились фенологические и биометрические наблюдения по общепринятым методикам полевого опыта⁵, определялись урожайность и сахаристость сахарной свеклы, результаты исследований подтверждались статистической обработкой данных⁶.

Результаты и обсуждение. Сахарная свекла является культурой интенсивного типа, поэтому для формирования листовой массы и корнеплодов она потребляет большое количество питательных веществ в течение

⁴Шеуджен А. Х., Громова Л. И., Онищенко Л. М. Методы расчета доз удобрений: учеб. пособ. Краснодар: КубГАУ, 2010. 61 с.

⁵Методика полевого опыта в условиях орошения: (Рекомендации) / ВАСХНИЛ, Всерос. отд-ние, Всерос. НИИ орошаемого земледелия. Волгоград: Всерос. НИИ орошаемого земледелия, 1983. 149 с.

⁶Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М., 2012. 352 с.

всей вегетации. Максимальное их потребление происходит с наступлением фазы смыкания листьев в ряду и началом роста корнеплода.

Несмотря на то, что в начальный период вегетации растениями расходуется минимальное количество питательных веществ, нормы внесения минеральных удобрений повлияли на всхожесть и выживаемость растений к концу вегетации (таблица 1).

Таблица 1 – Показатели полевой всхожести и выживаемости сахарной свеклы в зависимости от нормы удобрений
Table 1 – Field germination and survival rates of sugar beet depending on the fertilizer rate

Вариант	Количество всходов растений, шт./га	Полевая всхожесть, %	Количество растений к уборке, шт./га	Выживаемость растений к уборке, %
1) 80 т/га	94600	94,6	82800	87,5
2) 100 т/га	95000	95,0	85500	90,0
3) 120 т/га	95800	95,8	86900	90,7
4) 140 т/га	96200	96,2	87000	90,4
5) Без удобрений (контроль)	93100	93,1	75800	81,4

Полевая всхожесть растений варьировала от 93,1 до 96,2 % в зависимости от нормы внесения минеральных удобрений. Наименьшая всхожесть отмечена на варианте без удобрений. К концу вегетации наибольшее количество растений сахарной свеклы сохранилось на варианте с внесением удобрений на планируемый урожай 140 т/га – 88300 шт./га, выживаемость здесь составила 91,8 %.

Различные нормы минеральных удобрений повлияли на рост листовой массы сахарной свеклы. Величина линейного роста ботвы сахарной свеклы интенсивно увеличивалась до фазы размыкания листьев и к концу вегетации сократилась (таблица 2).

Наибольшие значения линейного роста листьев на всех вариантах отмечены в фазу размыкания и изменялись от 51,3 см на варианте без удобрений до 70,2 см на варианте 4 с внесением удобрений на запланированную урожайность 140 т/га.

Таблица 2 – Линейный рост ботвы сахарной свеклы по фазам развития в зависимости от нормы удобрений

Table 2 – Linear growth of sugar beet tops by development phases depending on fertilizer application rate

Вариант	Линейный рост, см				
	3-я пара листьев	Смыкание листьев в рядах	Смыкание листьев в междурядьях	Размыкание листьев	Биологическая спелость
1) 80 т/га	8,6	41,2	49,6	58,4	41,8
2) 100 т/га	10,3	43,1	52,4	62,8	44,6
3) 120 т/га	10,8	46,8	56,9	68,4	49,8
4) 140 т/га	11,4	48,9	59,7	70,2	50,3
5) Без удобрений (контроль)	8,1	37,4	44,3	51,3	32,1

Листовая масса играет большую роль в фотосинтетической деятельности и значительно влияет на формирование величины урожая.

Исследованиями установлено влияние рассчитанных норм удобрений на формирование площади листовой поверхности. В фазе смыкания листьев в междурядьях площадь листовой поверхности варьировала от 65,11 до 73,66 тыс. м²/га, а максимальных значений достигала при внесении минеральных удобрений нормой на запланированный урожай 140 т/га. При выращивании на варианте без удобрений наблюдалось наименьшее нарастание листовой поверхности – 58,85 тыс. м²/га (таблица 3).

Таблица 3 – Площадь листовой поверхности свеклы сахарной в зависимости от нормы удобрений по фазам развития

Table 3 – Sugar beet leaf surface area depending on fertilizer application rates by development phase

Вариант	Площадь листовой поверхности, тыс. м ² /га				
	3-я пара листьев	Смыкание листьев в рядах	Смыкание листьев в междурядьях	Размыкание листьев	Биологическая спелость
1) 80 т/га	2,93	12,5	65,11	58,40	31,64
2) 100 т/га	3,08	13,06	67,95	64,28	36,46
3) 120 т/га	3,47	14,22	70,45	66,88	37,93
4) 140 т/га	3,86	15,12	73,66	72,21	39,88
5) Без удобрений (контроль)	2,84	12,33	58,85	52,17	26,11

При наступлении биологической спелости растений происходило увядание и засыхание нижних листьев, что приводило к снижению площади листовой поверхности до 31,64–39,88 тыс. м²/га, а на контрольном варианте (без удобрений) – до 26,11 тыс. м²/га.

Динамика массы корнеплодов по фазам развития растений показывает, что их интенсивный рост происходит до фазы размыкания листьев. Анализ данных показывает, что с увеличением норм вносимых удобрений происходило наращивание величины корнеплода по всем фазам. Так, на вариантах 1–4 в фазе смыкания листьев в рядах масса корнеплодов составила 324,1–368,2 г, в фазе смыкания в междурядьях величина корнеплодов изменялась от 435,9 до 560,8 г, в фазе размыкания листьев – от 796,0 до 1152,3 г, в фазе биологической спелости – от 864,1 до 1533,2 г (рисунок 1).

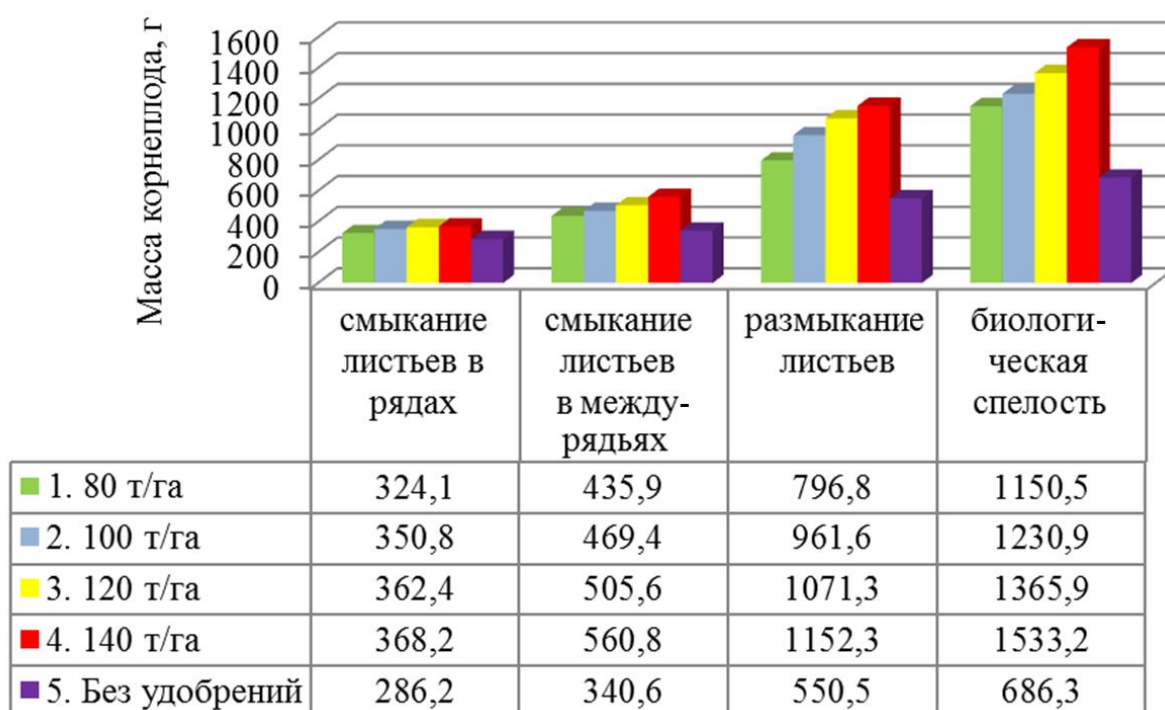


Рисунок 1 – Динамика массы корнеплода свеклы сахарной в зависимости от нормы удобрений по фазам развития

Figure 1 – Sugar beet root weight dynamics depending on fertilizer application rates by development phase

Внесение минеральных удобрений повлияло как на величину урожайности корнеплодов свеклы, так и на их качество. С увеличением норм

внесения удобрений урожайность свеклы сахарной возрастала с 95,2 до 133,4 т/га. Прибавка урожая от применения удобрений составила от 43,2 до 81,4 т/га, или от 83,1 до 156,5 % (таблица 4).

Таблица 4 – Продуктивность свеклы сахарной в зависимости от нормы удобрений

Table 4 – Sugar beet productivity depending on fertilizer application rates

Вариант	Биологическая урожайность, т/га	Прибавка		Сахаристость, %	Биологический сбор сахара, т/га
		т/га	%		
1) 80 т/га	95,2	43,2	83,1	17,8	16,95
2) 100 т/га	105,3	53,3	102,5	18,6	19,59
3) 120 т/га	118,8	66,8	128,5	19,0	22,57
4) 140 т/га	133,4	81,4	156,5	18,7	24,95
5) Без удобрений (контроль)	52,0	0	0,0	17,4	9,05
НСР ₀₅ , т/га	2,7	–	–	–	–

Применение минеральных удобрений положительно повлияло на накопление сахара в корнеплодах. В вариантах с внесением норм минеральных удобрений от 80 до 120 т/га сахаристость увеличилась от 17,8 до 19,0 %, при внесении нормы МУ 140 т/га сахаристость несколько снизилась – до 18,7 %. В контрольном варианте без внесения удобрений содержание сахара составило минимальное значение 17,4 %. На величину сбора сахара главным образом повлияла урожайность корнеплодов. Биологический сбор сахара возрастал с увеличением нормы внесения минеральных удобрений с 16,95 до 24,95 т/га, а на варианте без удобрений составил 9,05 т/га.

Выводы. В результате исследований установлено, что внесение удобрений обеспечило лучшую выживаемость растений, которая составила 87,5–90,7 % против 81,4 % при возделывании без удобрений.

Наибольший линейный рост отмечен на варианте с внесением МУ на запланированную урожайность 140 т/га в фазу размыкания листьев – 70,2 см. Максимальное значение площади листовой поверхности наблюдалось на этом же в варианте в фазу смыкания листьев в междурядьях и достигало 73,66 тыс. м²/га.

Наибольшая масса корнеплодов сахарной свеклы наблюдалась в конце вегетации в фазу биологической спелости на вариантах с внесением МУ на запланированный урожай 120 и 140 т/га – 1365,9 и 1533,2 г соответственно.

Внесение минеральных удобрений нормами по схеме опыта обеспечило рост урожайности корнеплодов с 95,2 до 133,4 т/га, при этом прибавка от удобрений составила 83,1–156,5 %. Наименьшее содержание сахара в корнеплодах отмечено на варианте без удобрений – 17,4 %, а наибольшее – при внесении удобрений на запланированную урожайность 120 т/га. Сбор сахара варьировал от 16,95 до 24,95 т/га на вариантах с удобрением.

Список источников

1. Щеголихина Т. А. Роль минеральных удобрений при возделывании сахарной свеклы // Роль вузовской науки в развитии агропромышленного комплекса: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Нижний Новгород, 13–15 окт. 2021 г. Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2021. С. 229–231. EDN: MMNTEF.
2. Применение удобрений и вынос элементов питания маточной сахарной свеклой летних посевов на орошении / А. В. Логвинов, А. Г. Шевченко, С. С. Кошкин [и др.] // Сахарная свекла. 2022. № 10. С. 20–24. DOI: 10.25802/SB.2022.23.17.003. EDN: DCCYFG.
3. Кутанова Э. А. Влияние различных доз минеральных удобрений на урожайность сахарной свеклы // Наука и образование. 2022. Т. 5, № 2. EDN: GKLEOH.
4. Смольский Е. В., Серченков А. А., Нечаев М. М. Значение почвенно-климатических условий и удобрения в формировании урожая сахарной свеклы // Сахарная свекла. 2023. № 7. С. 19–22. DOI 10.25802/SB.2023.11.43.003. EDN: PYMQUP.
5. L. Wang, B. Song, M. Ishfaq, X. Zhao. Optimization of nitrogen fertilizer application enhanced sugar beet productivity and socio-ecological benefits in China: A meta-analysis // Soil and Tillage Research. 2025. Vol. 251. Article number: 106547. DOI: 0.1016/j.still.2025.106547.
6. Минакова О. А. Косякин П. А., Александрова Л. В. Удобрение сахарной свеклы в центрально-черноземном районе РФ // Агрохимия. 2022. № 1. С. 10–20. DOI 10.31857/S0002188122010082. EDN: UYJKGL.
7. Невзоров А. И., Арькова Ж. А., Круглов Н. М. Влияние различного уровня минерального питания на урожайность сахарной свеклы в Тамбовской области // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. 2020. № 3. С. 114–119. EDN: MCSFRZ.
8. Столповский Ю. И., Башканов В. С. Влияние многолетнего применения различных доз удобрений на питательный режим чернозема выщелоченного и урожайность сахарной свеклы // Агрэкологический вестник: мат. междунар. науч.-практ. конф., Воронеж, 27 дек. 2021 года. Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2021. С. 120–125. EDN: CSORPO.
9. Нечаев М. М. Влияние удобрения на урожайность сахарной свеклы в условиях серых лесных почв // Современные тенденции развития аграрной науки: сб. науч. тр. междунар. науч.-практ. конф., Брянск, 01–02 дек. 2022 г. Ч. 1. Брянск: Брянский государственный аграрный университет, 2022. С. 445–448. EDN: JWUNSG.

10. Серченков А. А., Нечаев М. М. Удобрения как фактор раскрытия потенциала урожайности корнеплодов сахарной свеклы в изменяющихся условиях северной части Брянской области // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2025. № 211. С. 562–571. DOI: 10.21515/1990-4665-211-045. EDN: IDXFCK.

11. Калинин О. С. Кравченко Р. В. Влияние основной обработки почвы и минеральных удобрений на агробиологические показатели сахарной свеклы // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2022. № 175. С. 101–118. DOI: 10.21515/1990-4665-175-009. EDN: TCVLHE.

12. Сатункин И. В., Гуляев А. И. Режим минерального питания сахарной свеклы в зависимости от глубины основной обработки и уровня увлажнения чернозема южного // Плодородие. 2013. № 1(70). С. 40–41. EDN: PWVBWX.

13. Набздоров С. В. Влияние режимов орошения и доз удобрений на урожайность сахарной свеклы, сахаристость корнеплодов и сбор очищенного сахара // Мелиорация. 2022. № 3(101). С. 13–18. EDN: PDIFLX.

14. Подрезов П. И., Мязин Н. Г., Кожокина А. Н. Влияние многолетнего внесения удобрений на урожайность и качество урожая сахарной свеклы, выращиваемой на черноземе типичном // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2021. Т. 14, № 4(71). С. 49–57. DOI: 10.53914/issn2071-2243_2021_4_49. EDN: KBPLRA.

15. Монастырский В. А., Бабичев А. Н., Ольгаренко В. И. Алгоритм планирования и программа расчета доз удобрений для точного земледелия // Ресурсосбережение и адаптивность в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур и переработки продукции растениеводства: мат. междунар. науч.-практ. конф., пос. Персиановский, 07 февр. 2018 г. пос. Персиановский, 2018. С. 48–52.

16. Монастырский В. А., Бабичев А. Н., Ольгаренко В. И. Алгоритм расчета доз внесения минеральных удобрений в прецизионном земледелии // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. 2019. № 1(33). С. 26–38. DOI: 10.31774/2222-1816-2019-1-26-38. EDN: VVQTYI.

References

1. Shchegolikhina T.A., 2021. *Rol' mineral'nykh udobreniy pri vozdeleyvanii sakharnoy svekly* [The role of mineral fertilizers in the sugar beet cultivation]. *Rol' vuzovskoy nauki v razvitiy agropromyshlennogo kompleksa: materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakt. konferentsii* [The Role of University Science in the Development of the Agro-Industrial Complex: Proceed of the International Scientific-Practical Conference]. Nizhny Novgorod, Nizhny Novgorod State Agricultural Academy, pp. 229-231, EDN: MMNTEF. (In Russian).

2. Logvinov A.V., Shevchenko A.G., Koshkin S.S. [et al.], 2022. *Primenenie udobreniy i vynos elementov pitaniya matochnoy sakharnoy svekloy letnikh posevov na oroshenii* [Application of fertilizers and the removal of nutrients by mother sugar beet of summer crops under irrigation]. *Sakharnaya Svekla* [Sugar Beet], no. 10, pp. 20-24, DOI: 10.25802/SB.2022.23.17.003, EDN: DCCYFG. (In Russian).

3. Kutanova E.A., 2022. *Vliyanie razlichnykh doz mineral'nykh udobreniy na urozhaynost' sakharnoy svekly* [The effect of different doses of mineral fertilizers on the yield of sugar beet]. *Nauka i obrazovanie* [Science and Education], vol. 5, no. 2, EDN: GKLEOH. (In Russian).

4. Smolsky E.V., Serchenkov A.A., Nechaev M.M., 2023. *Znachenie pochvenno-klimaticheskikh usloviy i udobreniya v formirovanii urozhaya sakharnoy svekly* [The importance of soil and climatic conditions and fertilizers in sugar beet yield formation]. *Sakharnaya svekla* [Sugar Beet], no. 7, pp. 19-22, DOI 10.25802/SB.2023.11.43.003, EDN: PYMQUP. (In Russian).

5. Wang L., Song B., Ishfaq M., Zhao X., 2025. Optimization of nitrogen fertilizer application enhanced sugar beet productivity and socio-ecological benefits in China: A meta-analysis. *Soil and Tillage Research*, vol. 251, article number: 106547, DOI: 10.1016/j.still.2025.106547.

6. Minakova O.A., Kosyakin P.A., Aleksandrova L.V., 2022. *Udobrenie sakharnoy svekly v tsentral'no-chernozemnom rayone RF* [Sugar beet fertilizing in the Central Black-Earth Region of the Russian Federation]. *Agrokimiya* [Agrochemistry], no. 1, pp. 10-20, DOI 10.31857/S0002188122010082, EDN: UYJKGL. (In Russian).

7. Nevzorov A.I., Ar'kova Zh.A., Kruglov N.M., 2020. *Vliyanie razlichnogo urovnya mineral'nogo pitaniya na urozhaynost' sakharnoy svekly v Tambovskoy oblasti* [Influence of different levels of mineral nutrition on yield of beet in the Tambov region]. *Tekhnologii pishchevoy i pererabatyvayushchey promyshlennosti APK – produkty zdorovogo pitaniya* [Technologies of the Food and Processing Industry of the Agro-Industrial Complex – Healthy Food Products], no. 3, pp. 114-119, EDN: MCSFRZ. (In Russian).

8. Stolpovsky Yu.I., Bashkanov V.S., 2021. *Vliyanie mnogoletnego primeneniya razlichnykh doz udobreniy na pitatel'nyy rezhim chernozema vyshchelochennogo i urozhaynost' sakharnoy svekly* [The influence of long-term use of different doses of fertilizers on the nutrient regime of leached chernozem and sugar beet yield]. *Agroekologicheskiy vestnik: mat. mezhdunarodnoy naucho-prakt. konferentsii* [Agroecological Bulletin: Proceed. of the International Scientific Practical Conference]. Voronezh, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter I, pp. 120-125, EDN: CSORPO. (In Russian).

9. Nechaev M.M., 2022. *Vliyanie udobreniya na urozhaynost' sakharnoy svekly v usloviyakh serykh lesnykh pochv* [Effect of fertilizers on sugar beet yield in gray forest soils]. *Sovremennye tendentsii razvitiya agrarnoy nauki: sb. nauch. tr. mezhdunarodnoy naucho-prakt. konferentsii* [Modern Trends in the Agricultural Science Development: Coll. sci. trac. of the International Scientific Practical Conference]. Bryansk, Part 1, Bryansk State Agrarian University, pp. 445-448, EDN: JWUNSG. (In Russian).

10. Serchenkov A.A., Nechaev M.M., 2025. *Udobreniya kak faktor raskrytiya potentsiala urozhaynosti korneplodov sakharnoy svekly v izmenyayushchikhsya usloviyakh severnoy chasti Bryanskoy oblasti* [Fertilizers as a factor in unlocking the yield potential of sugar beet roots in the changing conditions of the northern part of the Bryansk region]. *Politematicheskiy setevoy elektronnyy nauchnyy zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Polythematic Online Scientific Journal of Kuban State Agrarian University], no. 211, pp. 562-571, DOI: 10.21515/1990-4665-211-045, EDN: IDXFCR. (In Russian).

11. Kalinin O.S. Kravchenko R.V., 2022. *Vliyanie osnovnoy obrabotki pochvy i mineral'nykh udobreniy na agrobiologicheskie pokazateli sakharnoy svekly* [Influence of basic tillage and mineral fertilizers on agrobiological indicators of sugar beet]. *Politematicheskiy setevoy elektronnyy nauchnyy zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Polythematic Online Scientific Journal of Kuban State Agrarian University], no. 175, pp. 101-118, DOI: 10.21515/1990-4665-175-009, EDN: TCVLHE. (In Russian).

12. Satunkin I.V., Gulyaev A.I., 2013. *Rezhim mineral'nogo pitaniya sakharnoy svekly v zavisimosti ot glubiny osnovnoy obrabotki i urovnya uvlazhneniya chernozema yuzhnogo* [Mineral nutrition of sugar beet depending on the depth of basic tillage and the level of moisture in southern chernozem]. *Plodorodie* [Fertility], no. 1(70), pp. 40-41, EDN: PWVBWX. (In Russian).

13. Nabzdorov S.V., 2022. *Vliyanie rezhimov orosheniya i doz udobreniy na urozhaynost' sakharnoy svekly, sakharistost' korneplodov i sbor ochishchennogo sakhara* [Influence of irrigation and fertilizer doses on yield, sugar content and collection of refined sugar of sugar beet]. *Melioratsiya* [Land Reclamation], no. 3(101), pp. 13-18, EDN: PDIFLX. (In Russian).

14. Podrezov P.I., Myazin N.G., Kozhokina A.N., 2021. *Vliyanie mnogoletnego vneseniya udobreniy na urozhaynost' i kachestvo urozhaya sakharnoy svekly, vyrashchivaemoy na chernozeme tipichnom* [Long-term application of fertilizers and its impact on crop productivity and quality of yield of sugar beet cultivated on typical chernozem]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bullet. of Voronezh State Agrarian University], vol. 14, no. 4(71), pp. 49-57, DOI: 10.53914/issn2071-2243_2021_4_49, EDN: KBPLRA. (In Russian).

15. Monastyrsky V.A., Babichev A.N., Olgarenko V.I., 2018. *Algoritm planirovaniya i programma rascheta doz udobreniy dlya tochnogo zemledeliya* [Planning algorithm and calculation program dose fertilizers for exact farming]. *Resursosberezhenye i adaptivnost' v tekhnologiyakh vozdeleyvaniya sel'skokhozyaystvennykh kul'tur i pererabotki produktsii rastenievodstva: mat. mezhdunar. nauchno-prakt. konferentsii* [Resource Conservation and Adaptability in Crop Cultivation Technologies and Processing of Plant Products: Proceed. of the International Scientific-Practical Conference]. Persianovsky settlement, pp. 48-52. (In Russian).

16. Monastyrsky V.A., Babichev A.N., Olgarenko V.I., 2019. *Algoritm rascheta doz vneseniya mineral'nykh udobreniy v pretsizionnom zemledelii* [The calculation algorithm for rate of fertilizer application in precision farming]. *Nauchnyy zhurnal Rossiyskogo NII problem melioratsii* [Scientific Journal of the Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems], no. 1(33), pp. 26-38, DOI: 10.31774/2222-1816-2019-1-26-38, EDN: VVQTYI. (In Russian).

Информация об авторах

С. А. Селицкий – старший научный сотрудник, кандидат сельскохозяйственных наук, Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск, Российская Федерация, ssilja@yandex.ru, ORCID: 0000-0002-4771-4516;

Р. Е. Юркова – ведущий научный сотрудник, кандидат сельскохозяйственных наук, Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск, Российская Федерация, rita6161@list.ru, ORCID: 0000-0001-8275-5834.

Information about the authors

S. A. Selitskiy – Senior Researcher, Candidate of Agricultural Sciences, Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk, Russian Federation, ssilja@yandex.ru, ORCID: 0000-0002-4771-4516;

R. Ye. Yurkova – Leading Researcher, Candidate of Agricultural Sciences, Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk, Russian Federation, rita6161@list.ru, ORCID: 0000-0001-8275-5834.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Все авторы в равной степени несут ответственность за нарушения в сфере этики научных публикаций.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

All authors are equally responsible for ethical violations in scientific publications.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 06.02.2026; одобрена после рецензирования 20.02.2026; принята к публикации 30.03.2026.

The article was submitted 06.02.2026; approved after reviewing 20.02.2026; accepted for publication 30.03.2026.