

Научная статья

УДК 631.82

DOI: 10.55170/1997-3225-2025-10-4-36-40

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КАЛИЙСОДЕРЖАЩЕГО ГЛИНИСТОГО ШЛАМА ДЛЯ УДОБРЕНИЯ КУКУРУЗЫ

Анатолий Михайлович Никоноров¹, Василий Борисович Троц², Наталья Михайловна Троц³✉^{1, 2, 3} Самарский государственный аграрный университет, Усть-Кинельский, Самарская область, Россия¹ nik_am@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0002-7861-0768>² dr.troz@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0214-3529>³ troz_shi@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3774-1235>

Резюме. В статье приводятся результаты полевых опытов, полученные в типичных для южной агроклиматической зоны Самарской области погодных условиях вегетационных периодов 2022-2024 гг. на черноземе типичном предприятия ООО «Сев07». Целью являлось выявление эффективности применения глинисто-солевого шлама (ГСШ) в качестве комплексного калийсодержащего удобрения под посевы кукурузы на зерно. Опыты проводились в соответствии с существующими методическими указаниями, с размещением различных вариантов внесения ГСШ под посевы кукурузы гибрида Амавит при естественном увлажнении почвы и при орошении. Агротехника выращивания опытных посевов кукурузы - общепринятая для данной зоны с размещением ее после озимой пшеницы, идущей по чистому пару. Исследованиями выявлено, что внесение в почву калийсодержащего глинисто-солевого шлама (ГСШ) на фоне применения азотно-фосфорных удобрений в норме $N_{60}P_{60}$, достоверно обеспечивает прибавку урожайности зерна кукурузы, по сравнению с неудобренным посевом, в пределах 17,6-34,4 % и позволяет дополнительно получать на неорошаемом участке 1,20-2,34 т, а в условиях орошения - 1,80-3,69 т зерна с 1 га. При этом экономически оптимальной нормой внесения калия в форме ГСШ является 80 кг д.в./га. Его применение в сравнительно небольшой норме - 40 кг д.в./га не имеет существенных преимуществ перед фоновым вариантом, а внесение повышенных норм - 120 кг д.в./га и 160 кг д.в./га, требует значительных материальных затрат и ведет к снижению рентабельности производства. При удобрении кукурузы только азотно-фосфорными препаратами прибавка урожайности зерна равна 0,72 т/га, или 10,5 % от контроля.

Ключевые слова: мочевина, полевой опыт, калий, аммофос, кукуруза, урожай, зерно, вариант, повторность, поле, посев

Для цитирования: Никоноров А. М., Троц В. Б., Троц Н. М. Использование калийсодержащего глинистого шлама для удобрения кукурузы // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2025. Т. 10, № 4. С. 36-40. DOI: 10.55170/1997-3225-2025-10-4-36-40

Original article

USE OF POTASSIUM-CONTAINING CLAY SLURRY FOR CORN FERTILIZATION

Anatoly M. Nikonorov¹, Vasily B. Trots², Natalia M. Trots³✉^{1, 2, 3} Samara State Agrarian University, Ust-Kinelsky, Samara region, Russia¹ nik_am@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0002-7861-0768>² dr.troz@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0214-3529>³ troz_shi@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3774-1235>

Abstract. The article presents the results of field experiments conducted in the typical weather conditions of the southern agro-climatic zone of the Samara Region during the growing seasons of 2022-2024 on the typical black soil of the Sev07 LLC enterprise. The purpose of the experiments was to determine the effectiveness of using clay-salt slurry (CSS) as a complex potassium-containing fertilizer for grain corn crops. The experiments were conducted in accordance with the existing guidelines, using various options for applying clay-salt slurry (CSS) to Amavit hybrid corn crops under natural soil moisture conditions and during irrigation. The cultivation of experimental corn crops was carried out in accordance with the usual agricultural practices for this zone, with corn being planted after winter wheat grown in a clean fallow field. Studies have revealed that the introduction of potassium-containing clay-salt slurry (CSS) into the soil against the background of the use of nitrogen-phosphorus fertilizers at a rate of $N_{60}P_{60}$ d. v. per 1 ha, significantly provides an increase in corn grain yield, compared with non-fertilized sowing, within 17.6-34.4% and allows additional production of 1.20-2.34 tons, and under irrigation conditions - 1.80-3.69 tons of grain per 1 ha. At the same time, the economically optimal rate of potassium application in the form of clay-salt slurry (CSS) is 80 kg/ha. Its application in a relatively small amount of 40 kg/ha does not have significant advantages over the background option, and the application of higher rates of 120 kg/ha and 160 kg/ha requires significant material costs and leads to a decrease in production profitability. When corn is fertilized with nitrogen and phosphorus only, the increase in grain yield is only 0.72 t/ha, or 10.5% of the control.

Keywords: urea, field experience, potassium, amophos, corn, yield, grain, variant, repetition, field, sowing

For citation: Nikonorov, A. M., Trots, V. B. & Trots, N. M. (2025). Use of potassium-containing clay slurry for corn fertilization. *Izvestiya Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 10, 4, 36-40. (In Russian). DOI: 10.55170/1997-3225-2025-10-4-36-40

В последние годы, вместе с яровой пшеницей и соей, важное место в структуре товарной продукции сельскохозяйственных предприятий южной агроклиматической зоны Самарской области стала занимать кукуруза на зерно. Этому способствует хорошая обеспеченность агроландшафтов ресурсами тепла, обилие солнечных дней, продолжительный вегетационный период и наличие черноземных почв с достаточной мощностью гумусового горизонта, а также возможности размещения культуры на орошаемых землях. Наряду с природными условиями, расширение посевных площадей под зерновой кукурузой обусловлено и внедрением в производство современных технологических приемов ее возделывания, уборки урожая и хранения

зерна. В результате основная часть хозяйств, занимающихся данной культурой в настоящее время, вышла на уровень получения урожая зерна в 5-6 т с 1 га, что сравнительно неплохо по отношению к другим зерновыми культурам, но значительно меньше потенциальных возможностей современных гибридов и показателей передовых хозяйств страны [1, 2].

Причиной этому, по мнению многих специалистов, является несбалансированное минеральное питание растений и недостаточная их обеспеченность макро- и микроэлементами в результате снижения уровня плодородия почвы, а также уменьшение объемов применения минеральных удобрений, стоимость которых ежегодно возрастает и для многих хозяйств становится недоступной [3, 4].

Однако, имеются разработки известных ученых-агрохимиков по использованию в качестве минерального удобрения под кукурузу сравнительно дешёвых побочных продуктов химической промышленности, содержащих необходимые биогенные элементы. Одним из таких отходов является калийсодержащий глинисто-солевой шлам (ГСШ) ООО «ЕвроХим-Проект», который можно использовать в условиях Самарской области. Но каких-либо научных исследований по данному вопросу в условиях региона не проводилось и нет рекомендаций по его применению под полевые культуры. Поэтому полевые эксперименты по данной тематике и их результаты являются актуальными и имеют большую практическую значимость [5, 6].

Цель исследований. Выявить эффективность применения глинисто-солевого шлама (ГСШ) в качестве комплексного калийсодержащего удобрения под посевы кукурузы на зерно.

Задачи исследований:

- установить степень влияния различных норм глинисто-солевого шлама (400 кг/га, 600 кг/га; 800 кг/га; 1200 кг/га и 1600 кг/га) на урожай зерна кукурузы в условиях естественного увлажнения почвы и при орошении;
- выявить оптимальную норму внесения глинисто-солевого шлама обеспечивающую получение максимальной урожайности зерна кукурузы с 1 га посевов;
- определить экономически наиболее целесообразный вариант внесения глинисто-солевого шлама при возделывании кукурузы на зерно при различном режиме увлажнения почвы.

Материалы и методы исследований. Поставленные задачи решались путем проведения полевых опытов, которые закладывались в Приволжском муниципальном районе на полях орошаемого севооборота ООО «Сев07». Эксперименты проводились в течении вегетационных периодов 2022-2024 гг., с контрастными погодными условиями, что типично для климата данной зоны. Весна и лето 2022 года отличались избытком тепла и дефицитом осадков при ГТК 0,72. Вегетация опытных растений в 2023 году проходила на фоне близких к среднесезонным индексам температуры воздуха и атмосферных осадков, со средним значением ГТК – 0,83. Рост и развитие растений в 2024 году протекали при прохладной и дождливой погоде в первой половине лета и умеренно-теплой, и сухой – в августе и сентябре, ГТК равнялся 0,85 единицам.

Опытный участок располагался на третьей террасной части поймы левого берега р. Волга и имел выровненный микро-рельеф. Его почвенный покров – чернозём обыкновенный среднесиловый с зернистой или комковато-зернистой структурой пахотного горизонта и содержанием в нем 5,2 % гумуса, 18,5 мг/100 г подвижного фосфора и 24,4 мг на 100 г почвы – обменного калия. Схема опыта включала семь вариантов, пять из которых предусматривали внесение различных норм ГСШ. Они приведены в таблице 1

Таблица 1

Схема полевого опыта, 2022-2024 гг.

Номер варианта	Нормы внесения удобрений	Способ применения
1	Контроль – (без удобрения)	Расчетные нормы глинисто-солевого шлама (ГСШ) вносились весной – под культивацию. Минеральные азотные и фосфорные удобрения в дозе $N_{40}P_{40}$ – весной под культивацию, а оставшаяся часть $N_{20}P_{20}$ – при посеве
2	$N_{60}P_{60}$ (Фон)	
3	Фон + ГСШ (400 кг/га или 40 кг/га д.в.)	
4	Фон + ГСШ (600 кг/га или 60 кг/га д.в.)	
5	Фон + ГСШ (800 кг/га или 80 кг/га д.в.)	
6	Фон + ГСШ (1200 кг/га или 120 кг/га д.в.)	
7	7Фон + ГСШ (1600 кг/га или 160 кг/га д.в.)	

Глинисто-солевой шлам представлял собой серую пастообразную массу с содержанием обменного калия (K_2O) в продукте в пределах 10 % (по лабораторным данным производителя). Перед внесением в почву расчетная норма ГСШ разбавлялась водой и вносилась с помощью разбрасывателя жидких удобрений МЖТ-3, в вариантах опыта № 3-7, распределялась по поверхности почвы. Затем, в соответствии со схемой опыта и принятой в хозяйстве системой удобрения кукурузы, навесной машиной РМУ-1000 по поверхности почвы опытных делянок разбрасывались минеральные удобрения: азотные – в виде карбамида (мочевина) $H_2N-CO-NH_2$ в норме 98 кг/га в физическом весе, или 45 кг/га д.в.; фосфорные – в виде аммофоса ($(NH_4)_2HPO_4$ + $(NH_4)_2HPO_4$) в норме 115 кг/га в физическом весе, или 15 кг/га – N и 60 кг/га – P_2O_5 действующего вещества. Причем, 60 % расчетной нормы минеральных удобрений вносилось под культивацию и вместе с ГСШ заделывалась в почву культиватором КПМ-8 в агрегате с трактором БТЗ-242. Вторая часть (40%) фосфорных и азотных удобрений вносилась при посеве, путем их высева через туковывсевающие аппараты сеялки GASPARDO.

Агротехника в опыте была общепринятой для кукурузы на зерно в данной зоне, с ее размещением третьей культурой в севообороте после озимой пшеницы, идущей по чистому пару. Подготовка почвы включала двухкратную обработку поля дисковой бороной БДМ 7 на глубину до 14 см, сразу после уборки предшественника. В последующем выполнялось чизелевание пахотного горизонта на глубину 27-30 см плугом ПЧ-4,5. Весной, при физической спелости почвы, поле бороновили тяжелыми зубowymi боронами ЗБЗТС-1, при прорастании сорняков поле культивировали машиной КПМ-8, этим же культиватором

проводили и предпосевную культивацию. Посев семян гибрида «Амавит» проводился широкорядным способом в оптимальные агротехнические сроки с нормой высева 65 тыс./га и шириной междурядий 70 см. Уход за посевами включал боронование по всходам и две междурядные обработки в период вегетации растений культиватором КРН-5,6.

Все варианты опыта при естественном увлажнении почвы и при ее орошении дождевальной фронтальной оросительной машиной BAUER. Число поливов по годам варьировало от двух до четырех и зависело от влажности почвы, которая поддерживалась в пределах 70-75 от ПВ.

Выбор экспериментального участка, закладка полевого опыта, а также все наблюдения за посевами и биометрические учеты проводилась в соответствии с требованиями действующих методических указаний по проведению полевых опытов: методика опытного дела Б.А. Доспехова [7]; методические указания по проведению исследований в длительных опытах с удобрениями [8]; методические требования к полевому опыту [9]; основы научных исследований в агрономии [10].

Общая площадь делянок – 500 м², учетная 150 м², что позволяло использовать для уборки урожая зерна обычный самоходный зерноуборочный комбайн АКРОС – 585. Повторность вариантов трехкратная с систематическим размещением вариантов опыта.

Математическая обработка экспериментального материала выполнялась в вычислительном центре, а экономическая оценка результатов исследований проведена по методике, разработанной кафедрой «Экономика и организация агробизнеса» ФГБОУ ВО Самарский ГАУ.

Результаты исследований. Опытами установлено, что при строгом соблюдении всех технологических особенностей выращивания раннеспелого простого гибрида универсального использования Амавит в условиях хозяйства можно получать достаточно высокие урожаи зерна кукурузы даже при существующем уровне плодородия почвы и естественном режиме увлажнения территории. В годы исследований средняя урожайность посева контрольного варианта нашего опыта составила 6,80 т/га.

Таблица 2

Урожайность зерна кукурузы, 2022-2024 гг.

Варианты опыта	Без орошения			На орошении		
	урожайность зерна, т/га	прибавка		урожайность зерна, т/га	прибавка	
		т/га	%		т/га	%
Контроль – (без удобрения)	6,80	-	-	10,11	-	-
N ₆₀ P ₆₀ (Фон)	7,52	0,72	10,5	11,49	1,38	13,6
Фон + ГСШ (40 кг/га д.в.)	8,00	1,20	17,6	11,91	1,80	17,8
Фон + ГСШ (60 кг/га д.в.)	8,26	1,46	21,4	12,35	2,24	22,1
Фон + ГСШ (80 кг/га д.в.)	8,59	1,79	26,3	12,89	4,38	27,4
Фон + ГСШ (120 кг/га д.в.)	8,95	2,15	31,6	13,20	3,09	30,5
7Фон + ГСШ (160 кг/га д.в.)	9,14	2,34	34,4	13,80	3,69	36,4
НСП ₀₅	0,22	-	-	0,30	-	-

Внесение в почву азотных и фосфорных удобрений в виде мочевины и аммофоса, из расчета N₆₀P₆₀ действующего вещества на 1 га, повышает продуктивность растений на не орошаемом участке в среднем на 10,5 % – до 7,52 т/га, позволяя дополнительно получать 0,72 т зерна с 1 га. Добавление к внесенному в почву азоту и фосфору еще и калия в форме глинисто-солевого шлама в норме 40 кг д.в./га улучшает минеральное питание растений и доводит сборы зерна с 1 га до 8,00 т, что уже на 17,6%, или 1,20 т/га больше контрольного значения.

Повышение нормы применения ГСШ – до 60 кг д.в./га (вариант 4) лучше оптимизировало режим минерального питания растений, и способствовало дальнейшему росту урожайности зерна кукурузы - до 8,26 т/га, что на 21,4 % больше контрольного индекса.

Увеличение нормы внесения калия – до 80 кг д.в./га (вариант 5) также обуславливало росту урожайности зерна кукурузы – до 8,59 т/га и превышение показателя предыдущего, 4 варианта опыта - на 4,9 %, с прибавкой сборов зерна, по отношению к контролю, в пределах 1,79 т/га, или 26,3 %. Дальнейшее увеличение норм внесения ГСШ – до 120 кг д.в./га и 160 кг д.в./га способствовало более полному удовлетворению потребностей растений кукурузы в калии и оптимизации его соотношения с азотом и фосфором, что улучшало доступность макроэлементов корневой системой растений. Урожайность зерна в этих вариантах опыта имела максимальные значения и равнялась соответственно 8,95 т/га и 9,14 т/га, что на 31,6 % и 34,4 % больше контрольного индекса.

Анализ полученных урожайных данных вариантов, размещенных на орошаемой части опыта, показал, что дополнительное увлажнение черноземов южной агроклиматической зоны области позволяет посевам зерновой кукурузы полнее использовать генетический потенциал, а также имеющиеся агроклиматические ресурсы и внесенные в почву дополнительные объемы элементов минерального питания. Их урожайность была в среднем на 48,6-50,9 % выше показателей неорошаемой кукурузы.

В контрольном варианте опыта она составляла 10,11 т/га, то есть, только за счет организации орошения неудобренного чернозема в условиях хозяйства можно дополнительно получить 3,31 т зерна с 1 га, а внесение принятых норм азотных и фосфорных удобрений (N₆₀P₆₀) (вариант 2) доводит сборы зерна кукурузы до 11,49 т/га.

В варианте 3, с внесением на фоновом уровне N₆₀P₆₀ еще и сравнительно небольшой нормы калия – 40 кг д.в./га в составе ГСШ, урожайность зерна возрастала до 11,91 т/га, что на 17,8 % больше значения контрольного варианта. Повышение нормы внесения калия - до 60 кг д.в./га (вариант 4) обуславливала дальнейший рост сборов зерна с 1 га, который равнялся 12,35 т, что на 22,1 % больше контрольного индекса. Внесение в почву калия в норме 80 кг д.в./га на фоне применения азотно-фосфорного удобрения (вариант 5) гарантировало получение урожаев зерна в пределах 12,89 т/га, что на 12,1 % больше

значения фонового варианта 2 и на 27,0 % выше показателя контрольного посева. Внесение в почву повышенных норм ГСШ, из расчета 120 кг д.в. и 160 кг д.в. калия на 1 га, позволяет максимально увеличить сборы зерна с 1 га, соответственно – до 13,30 т/га и 13,80 т/га, что на 30,5 % и 36,4 % выше контрольного индекса.

Известно, что основным определяющим критерием внедрения в производство тех или иных инновационных агротехнических приемов в современных экономических условиях является их экономическая целесообразность и окупаемость дополнительных затрат стоимостью полученной прибавки продукции [11, 12].

Проведенными экономическими расчетами в нашем опыте установлено, что при условии продажи произведенного зерна по сложившимся рыночным ценам, из расчета 17 тыс. руб. за 1 т. зерна, денежная выручка от продажи урожая кукурузы произведенного в вариантах неорошаемого участка будет варьировать от 115,6 тыс. руб./га до 155,4 тыс. руб./га, при этом производственные затраты на выполнение всех технологических операций в опыте, в том числе и на покупку удобрений, ГСШ, их доставку и внесение будут составлять 55,5-77,5 тыс. руб./га. Полученная денежная выручка позволит полностью окупить понесенные затраты и получить условно чистый доход в размере 60,1-77,8 тыс. руб./га с уровнем рентабельности производства 100,3-110,0 %.

Анализ данных по вариантам опыта выявил, то покупка, транспортировка и внесение минеральных удобрений потребовало дополнительных материальных и денежных расходов, в результате производственные затраты в фоновом варианте опыта (вариант 2) оказались на 5,5 тыс. руб./га больше, чем в контрольном варианте.

При дальнейшей интенсификации производства, то есть при внесении глинисто-солевого шлама (ГСШ) в норме 40 кг д.в./га (вариант 3) и 60 кг д.в./га (вариант 4) производственные затраты увеличились, по сравнению с контролем, и составили соответственно на 10,1 тыс. руб./га и 12,1 тыс. руб./га. Возросли и объемы дополнительно произведенного зерна, однако денежная выручка от его продажи оказалась сравнительно не высокой для удержания показателя рентабельности на уровне контрольного значения. В данных вариантах опыта он равнялся только 107,3 % и 107,6 %, против 108,2% – в контрольном варианте.

С увеличением нормы применения калия – до уровня 80 кг д.в./га (вариант 5) объем дополнительно произведенного зерна в денежном выражении повышался на 3,9 % - до 146,0 тыс. руб./га. При этом производственные затраты возрастали лишь на 2,8 %, в результате уровень рентабельности в данном варианте опыта, несмотря на возрастание производственных затрат, превысил контрольный показатель и достиг уровня 110,0 %.

Дальнейшее повышение нормы внесения ГСШ - до 120 кг д.в. калия на 1 га (вариант 6) обеспечивало существенную прибавку урожая, по сравнению контрольным вариантом и вариантом 3, где вносилась минимальная норма калия – 40 кг д.в./га. Весь полученный урожай с 1 га оценивался в 152,1 тыс. руб. Но и производственные затраты на его получение составляли 73,3 тыс. руб./га. В результате рентабельность производства, в данном варианте опыта, снижалась до 107,7 %.

В варианте отрыта 7, где норма внесения калия равнялась 160 кг д.в./га производственные затраты, по сравнению с фоновым вариантом 2 повышались на 27,0 %, или на 16,5 тыс. руб./га, это вело к уменьшению размера условно чистого дохода, по сравнению с предыдущим вариантом опыта, и снижению уровня рентабельности производства – до 100,3%.

Анализ экономических показателей в вариантах с орошаемыми посевами кукурузы показал, что в условиях дополнительного дождевания растений кукурузы можно получать достаточно высокие денежные доходы от продажи продукции – на уровне 171,9-234,6 тыс. руб./га. Это на 48,7-51,1 % больше, чем в посевах кукурузы без орошения. Но и затраты на производство зерна орошаемой кукурузы были в среднем в 1,3-1,4 раз выше, чем при выращивании неорошаемой кукурузы. Дополнительная плата за орошаемую воду составляла около 20 тыс. руб./га. Тем не менее орошаемые посевы позволяют получать условный чистый доход на уровне 96,4-137,1 тыс. руб./га, что в 1,6-1,8 раз больше показателей неорошаемых посевов.

Однако, несмотря на значительные производственные затраты, они полностью окупаются дополнительной продукцией с уровнем рентабельности производства 127,6-144,8 %. При этом максимальный показатель рентабельности был получен в 5 варианте опыта, где к фоновому количеству азотного и фосфорного удобрения ($N_{60}P_{60}$) добавлялось 80 кг д.в./га калия, содержащегося в глинисто-солевом шламе (ГСШ).

Варианты 6 и 7 с внесением повышенных нормы калия - 120 кг д.в./га и 160 кг д.в./га по показателям рентабельности производства, соответственно 140,5 % и 140,6 % не имели существенного преимущества перед 5 вариантом опыта. Поскольку внесение повышенных норм ГСШ требовало дополнительных материальных затрат, рост которых по сравнению с 5 вариантом опыта составлял, соответственно 4,2 % и 8,9 %, при относительно небольшой прибавке стоимости продукции – 2,4% и 7,1 %.

Заключение. Проведенные опыты позволяют сделать следующие основные выводы:

1. Внесение в почву калийсодержащего глинисто-солевого шлама (ГСШ) на фоне применения азотно-фосфорных удобрений в норме $N_{60}P_{60}$ д. в. на 1 га, достоверно обеспечивает прибавку урожая зерна кукурузы даже без орошения на 17,6-34,4% по отношению к неудобренному посеву.

2. При внесении только азотно-фосфорного удобрения прибавка урожайности зерна кукурузы равно лишь 0,72 т/га, или 10,5 % от контроля.

3. Искусственное поддержание оптимальной влажности почвы под кукурузой позволяет увеличить ее урожайность, по сравнению с неорошаемыми посевами в среднем на 48,6-50,9 % - до 10,11-13,80 т/га.

4. Максимальные сборы зерна кукурузы с 1 га как на участке без орошения, так и при орошении обеспечивают варианты с внесением на фоновом уровне азотно-фосфорных удобрений калия в норме 120 кг д.в./га и 160 кг д.в./га. Однако их применение требует существенных дополнительных материальных затрат и ведет к снижению рентабельности производства. Экономически оптимальной нормой внесения калия в форме ГСШ является 80 кг д.в./га.

Список источников

- Куликова А. Х., Волкова Е. С., Яшин Е. А. Цеолит и удобрения на его основе в системе удобрения озимой пшеницы // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2024. №2(66). С. 84-89. DOI: [10.18286/1816-4501-2024-2-84-89](https://doi.org/10.18286/1816-4501-2024-2-84-89) EDN: PGYNCG
- Аканова Н. И., Троц Н. М., Троц В. Б. [и др.]. Агроэкологическая оценка эффективности применения глинисто-солевого шлама Усольского калийного комбината в агроценозах зерновых культур // Плодородие. 2023. №2(131). С. 71-75. DOI: [10.25680/S19948603.2023.131.16](https://doi.org/10.25680/S19948603.2023.131.16) EDN: JYDDDF
- Никитин С. Н., Шарипова Р. Б. Оценка изменения агроклиматического потенциала Ульяновской области на производство продукции растениеводства // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. №3(59). С. 36-42. DOI: [10.18286/1816-4501-2022-3-36-42](https://doi.org/10.18286/1816-4501-2022-3-36-42) EDN: LSBPDS
- Багринцева В. Н., Ивашенко И. Н., Дриггер В. В. [и др.]. Применение различных удобрений для повышения урожайности кукурузы в ставропольском крае // Агрохимия. 2024. №9. С. 28-35. DOI: [10.31857/S0002188124090039](https://doi.org/10.31857/S0002188124090039) EDN: CCZGQL
- Троц Н. М., Троц В. Б., Жебряткина И. Я. Влияние водной вытяжки из ствола сосны обыкновенной на урожайность яровой пшеницы // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2025. №1(69). С. 35-41. DOI: [10.18286/1816-4501-2025-1-35-41](https://doi.org/10.18286/1816-4501-2025-1-35-41) EDN: BKKFQV
- Абдулвалеев Р. Р., Ахияров Б. Г., Валитов А. В. [и др.]. Устойчивость гибридов кукурузы к основным болезням и вредителям // Пермский аграрный вестник. 2024. №2(46). С. 24-31. DOI: [10.47737/2307-2873_2024_46_24](https://doi.org/10.47737/2307-2873_2024_46_24) EDN: BUQSLQ
- Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. 5 изд., перераб. и доп. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
- Паников В. Д. Методические указания по проведению исследований в длительных опытах с удобрениями. М.: ВИА. 1983. 22 с.
- Понькина Е. В., Суманосова М. А., Оскорбин Н. М. Методика оценки экономических показателей производства продукции растениеводства // Известия Алтайского государственного университета. 2003. № 1(27). С. 37-44. EDN: PLSVIR
- Троц Н. М., Троц В. Б., Бокова А. А. Эффективность применения калийно-натриевого глинистого удобрения (КНГУ) в посевах кукурузы // Перспективы использования инновационных форм удобрений, средств защиты и регуляторов роста растений в агротехнологиях сельскохозяйственных культур : сборник научных трудов. Москва, 2024. С. 262-267.

References

- Kulikova, A. Kh., Volkova, E. S. & Yashin, E. A. (2024). Zeolite and fertilizers based on it in the system of fertilization of winter wheat. *Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy*. 2(66). 84-89. (In Russian). DOI: [10.18286/1816-4501-2024-2-84-89](https://doi.org/10.18286/1816-4501-2024-2-84-89) EDN: PGYNCG
- Akanova, N. I., Trots, N. M., Trots, V. B. [et al.]. (2023). Agroecological assessment of the effectiveness of using clay-salt sludge from the Usolsky Potassium Combine in grain crop agrocenoses. *Fertility*. 2(131). 71-75. (In Russian). DOI: [10.25680/S19948603.2023.131.16](https://doi.org/10.25680/S19948603.2023.131.16) EDN: JYDDDF
- Nikitin, S. N. & Sharipova, R. B. (2022). Assessment of Changes in the Agroclimatic Potential of the Ulyanovsk Region for Crop Production. *Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy*. №3(59). 36-42. (In Russian). DOI: [10.18286/1816-4501-2022-3-36-42](https://doi.org/10.18286/1816-4501-2022-3-36-42) EDN: LSBPDS
- Bagrintseva, V. N., Ivashenko, I. N., Dridige, V. V. [et al.]. (2024). Application of various fertilizers to increase the yield of corn in the Stavropol Territory. *Agrochemistry*. 9. 28-35. (In Russian). DOI: [10.31857/S0002188124090039](https://doi.org/10.31857/S0002188124090039) EDN: CCZGQL
- Trots, N. M., Trots, V. B. & Zhebratkina, I. Ya. (2025). The Influence of an Aqueous Extract from the Trunk of Scots Pine on the Yield of Spring Wheat. *Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy*. 1(69). 35-41. (In Russian). DOI: [10.18286/1816-4501-2025-1-35-41](https://doi.org/10.18286/1816-4501-2025-1-35-41) EDN: BKKFQV
- Abdulvaleev, R. R., Akhiyarov, B. G., Valitov, A. V. [et al.]. (2024). Resistance of Corn Hybrids to the Main Diseases and Pests. *Perm Agricultural Bulletin*. 2(46). 24-31. (In Russian). DOI: [10.47737/2307-2873_2024_46_24](https://doi.org/10.47737/2307-2873_2024_46_24) EDN: BUQSLQ
- Dospekhov, B. A. (1985). Methodology of field experience. 5 th ed., revised and add. Moscow: Agropromizdat. (In Russian).
- Pannikov, V. D. (1983). Guidelines for conducting research in long-term experiments with fertilizers. Moscow: VIA. (In Russian).
- Ponkina, E. V., Sumanosova, M. A. & Oskorbin, N. M. (2003). Methodology for assessing economic indicators of crop production. *Bulletin of the Altai State University*. 1(27). 37-44. (In Russian). EDN: PLSVIR
- Trots N.M., Trots V.B., Bokova A.A. (2024). The Effectiveness of Potassium-Sodium Clay Fertilizer (KNGU) Application in Corn Crops. *Prospects for the Use of Innovative Forms of Fertilizers, Plant Protection Products, and Growth Regulators in Agricultural Crop Technologies* : collection of scientific papers. (pp. 262-267). (In Russian).

Информация об авторах:

А. М. Никоноров – аспирант;
В. Б. Троц – доктор сельскохозяйственных наук, профессор;
Н. М. Троц – доктор сельскохозяйственных наук, профессор.

Information about the authors:

A. M. Nikonorov – postgraduate student;
V. B. Trots – Doctor of Agricultural Sciences, Professor;
N. M. Trots – Doctor of Agricultural Sciences, Professor.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The contribution of the authors: the authors contributed to this article. The authors declare no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 22.07.2025; одобрена после рецензирования 29.09.2025; принята к публикации 15.10.2025.
The article was submitted 22.07.2025; approved after reviewing 29.09.2025; accepted for publication 15.10.2025.