

ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ И СЕРОБЕНТОНИТОВЫХ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ КУКУРУЗЫ РОСС 140 СВ НА СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВАХ В УСЛОВИЯХ ОРОШЕНИЯ И БОГАРНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ**И. Ф. Яхин, Ф. Н. Сафиоллин, М. М. Хисматуллин, С. Р. Сулейманов, Н. В. Трофимов**

Реферат. Настоящее исследование посвящено разработке и экспериментальному обоснованию ресурсосберегающей технологии возделывания высокопродуктивного гибрида кукурузы Росс 140 СВ с применением минеральных удобрений и серного бентонита в условиях серых лесных почв Республики Татарстан. Основной целью работы является оценка влияния различных доз серосодержащего бентонита на урожайность, качество зеленой массы кукурузы и экономическую эффективность ее возделывания в условиях орошения и богарного земледелия на серых лесных почвах. В ходе проведенных исследований был заложен двухфакторный полевой опыт, в котором изучалось влияние режима увлажнения (орошение и богара) и различных доз серного бентонита (50, 100, 150 кг/га) на фоне основного минерального удобрения NPK в дозе $N_{141}P_{65}K_{88}$ кг/га. Установлено, что экономически оптимальной дозой серного бентонита является 100 кг/га, которая обеспечивает максимальную прибавку урожайности: до 53,4 т/га зеленой массы в условиях орошения и 43,5 т/га без полива, что на 10% и 11% превышает контрольные показатели соответственно. Также было отмечено значительное улучшение качества зеленой массы – содержание белка увеличилось до 9,5%. Проведенный экономический анализ подтвердил высокую рентабельность предлагаемой технологии, которая составила 62,5% при орошении и 44,1% в богарных условиях. Технология характеризуется сниженным потреблением ресурсов, минимальным воздействием на окружающую среду и высокой рентабельностью, что подтверждено данными, полученными в хозяйствах Татарстана.

Ключевые слова: кукуруза (*Zea mays*), серный бентонит, минеральные удобрения, урожайность, серые лесные почвы, орошение, Татарстан, продуктивность.

Для цитирования: Влияние минеральных и серобентонитовых удобрений на урожайность кукурузы Росс 140 СВ на серых лесных почвах в условиях орошения и богарного земледелия / Яхин И.Ф., Сафиоллин Ф.Н., Хисматуллин М.М. [и др.] // Агробiotехнологии и цифровое земледелие. 2025. №3 (15). С. 47-53 <http://dx.doi.org/10.12737/2782-490X-2025-4-3-47-53>

Введение. Кукуруза (*Zea mays* L.) является одной из важнейших сельскохозяйственных культур мирового значения, играющей ключевую роль в обеспечении продовольственной безопасности и развитии кормовой базы животноводства [1, 2, 3]. Высокая питательная ценность зерна и универсальность его использования в пищевой, кормовой и технической отраслях обуславливают постоянный интерес к совершенствованию технологий её возделывания [4, 5, 6]. В условиях Республики Татарстан, характеризующихся континентальным климатом с неравномерным распределением осадков и риском засух, особую актуальность приобретает разработка адаптивных ресурсосберегающих технологий, обеспечивающих стабильную урожайность даже в неблагоприятных погодных условиях [7, 8, 9].

Одним из перспективных направлений повышения продуктивности кукурузы является оптимизация минерального питания растений на основе комплексного применения традиционных удобрений и современных мелиорантов [10, 11, 12]. Серые лесные почвы, широко распространенные в регионе, несмотря на достаточный потенциал плодородия, часто характеризуются дефицитом доступных форм серы – элемента, играющего ключевую роль в синтезе белка и обменных процессах растений. В этой связи использование серного бентонита представляется особенно целесообразным, поскольку он сочетает функции

источника доступной серы и почвенного мелиоранта, улучшающего физико-химические свойства почвы [13, 14, 15].

Гибрид кукурузы Росс 140 СВ, обладающий высокой потенциальной урожайностью и адаптивностью к условиям Среднего Поволжья, представляет собой идеальный объект для апробации новых агроприемов. Однако до настоящего времени недостаточно изучено взаимодействие между минеральными удобрениями, серным бентонитом и водным режимом при возделывании данного гибрида на серых лесных почвах Татарстана [16, 17, 18]. Необходима комплексная оценка влияния этих факторов не только на урожайность, но и на качество продукции, агрофизические свойства почвы и экономическую эффективность производства [19, 20].

Условия, материалы и методы. Полевые исследования по изучению влияния серного бентонита на продуктивность гибрида кукурузы Росс 140 СВ проводились в течение трех вегетационных периодов (2023-2025 годы) на серых лесных почвах агробiotехнопарка Казанского ГАУ. Опыт закладывался в соответствии с общепринятыми методиками полевых опытов, схема включала изучение двух факторов: условий увлажнения (орошение и богара) и различных доз серного бентонита в сочетании с основным минеральным удобрением $N_{141}P_{65}K_{88}$. Координаты опытного участка: широта – 55,5244865824 и долгота – 48,274901646.

Объектом исследований служил районированный в 7 регионе (Среднее Поволжье) гибрид Росс 140 СВ селекции Краснодарского НИИСХ им. П. П. Лукьяненко.

Исследования проводились в условиях двухфакторного полевого опыта, где изучалось влияние увлажнения (фактор А) и различных доз серного бентонита в сочетании с минеральными удобрениями (фактор В) на урожайность и качество сельскохозяйственной культуры.

Фактор А включал два уровня:

- орошение (оптимальный водный режим);
- без полива (естественное увлажнение).

Фактор В состоял из четырех вариантов применения удобрений:

- контроль (без внесения удобрений и мелиоранта);
- внесение минеральных удобрений в дозе $N_{141}P_{65}K_{88}$ кг/га в сочетании с 50 кг/га серного бентонита;
- норма НРК с увеличением дозы бентонита до 100 кг/га;
- норма НРК с максимальной дозой бентонита (150 кг/га).

Таким образом, схема опыта представляла собой 4×2 факторную модель, включающую 8 вариантов в четырехкратной повторности. Опыт закладывался методом

рэндомизированных блоков для исключения влияния неоднородности почвенного покрова.

Норма внесения удобрений рассчитывалась исходя из планируемой урожайности и содержания питательных элементов в почве. Серный бентонит применялся как мелиорант и источник серы, что особенно актуально для культур, чувствительных к дефициту этого элемента.

Для статистической обработки данных использовали дисперсионный анализ (ANOVA) с последующим расчетом достоверности различий между вариантами по критерию наименьшей значимой разницы (НСР) при уровне значимости $p \leq 0,05$.

Данная схема позволила оценить не только индивидуальное влияние каждого фактора, но и их взаимодействие на изучаемые показатели.

Изучаемый агрохимикат серный бентонит вносили после предпосевной культивации сеялкой на глубину 8-10 см

Площадь опытных делянок – 50 м², учетных площадь – 25 м². Повторность вариантов опыте – четырехкратная.

Погодные условия периода вегетации 2023-2025 годов существенно отличались от средних значений (табл.1).

Таблица 1 – Среднесуточная температура воздуха и количество выпавших осадков в годы исследований

Годы	Май	Июнь	Июль	Август	За май-август
Среднесуточная температура воздуха, °C					
Среднегодовная температура воздуха	14,0	18,3	20,5	18,0	17,7
2023 г., °C	16,0	16,3	21,5	20,2	18,5
в % к среднегодовным	114,3	89,1	104,9	112,2	104,5
2024 г., °C	11,0	21,7	22,1	18,4	18,3
в % к среднегодовным	78,6	118,6	107,8	102,2	103,4
2025 г., °C	14,7	16,5	20,9	19,1	17,8
в % к среднегодовным	105	90,1	101,9	106,1	100,8
Осадки, мм					
Среднегодовная осадки	38	57	62	55	212
2023 г., мм	46,79	6,08	33,07	20,44	106,38
в % к среднегодовным	123,1	10,7	53,3	37,2	50,2
2024 г., мм	52,91	15,81	56,17	28,71	153,6
в % к среднегодовным	139,2	27,7	90,6	52,2	72,5
2025 г., мм	98	82	56	100	336
в % к среднегодовным	257,8	143,8	90,3	181,8	168,4

Анализ метеоданных за вегетационный период 2023-2025 годы показывает, что в эти годы наблюдались значительные колебания в осадках и температуре воздуха по сравнению с среднегодовными значениями.

В 2023 году количество осадков, выпавших в мае, составило 46,79 мм, что является хорошим показателем для этого месяца. В июне осадков было гораздо меньше, всего 6,08 мм, что существенно отличается от мая. В июле количество осадков увеличилось до 33,07 мм, а в августе их было 20,44 мм. Если сложить эти значения, то общее количество осадков за период с мая по

август составило 106,38 мм. Однако, если сравнивать это значение с среднегодовным показателем, то получается, что в 2023 году выпало лишь 50,2% от ожидаемого количества осадков.

Среднесуточная температура воздуха в мае составила 16,0°C, что является нормой для этого месяца. В июне температура воздуха была еще выше, достигая 16,3°C. В июле среднесуточная температура составила 21,5°C, что выше среднегодовных значений всего на 4,9 %. В августе температура воздуха была на уровне 20,2°C, что также выше средних показателей.

В 2024 году количество осадков было в значении 52,91 мм в мае, 15,81 мм в июне, 56,17 мм в июле и 28,71 мм в августе, что в сумме 153,6 мм за май-август. Это составляет 72,5% от среднееголетнего значения. Среднесуточная температура воздуха в этот период значилась 11,0°C в мае, 21,7°C в июне, 22,1°C в июле и 18,4°C в августе. Метеоданные за вегетационный период 2023-2024 годы показывают значительные колебания в осадках и температуре воздуха, что может оказать влияние на урожайность гибридной кукурузы Росс 140 СВ.

2025 год характеризовался количеством осадков, значительно превышающим норму, при температурах, близких к среднееголетним значениям. Все отклонения, кроме августа, были в пределах $\pm 10\%$ от нормы. Средняя температура за лето практически совпала с нормой (+0,1°C), а также он был аномально влажным. Особенно много осадков выпало в мае (257,8% от нормы) и августе (181,8% от нормы). Июнь также был очень влажным (143,8% от нормы). За весь период сумма осадков значительно превысила норму (168,4%). В этих условиях двухкратный полив из расчета 300-350 м³/га обеспечил оптимальные условия для развития растений этой культуры 2022-2024 годов и одним поливом в 2025 году с оросительной нормой 150 м³/га.

Результаты и обсуждение. Проведенные исследования выявили комплексное положительное влияние серного бентонита на формирование продуктивности кукурузы сорта Росс 140 СВ.

Проведенные исследования убедительно демонстрируют, что применение серного бентонита оказывает комплексное

стимулирующее действие на кукурузу, существенно усиливая ее ростовые процессы и продуктивность. Причем положительная динамика наблюдалась в различных условиях возделывания.

В первую очередь, удобрение проявило себя как мощный стимулятор вегетативного развития. Так, в орошаемых условиях высота растений достигла 250 см, что на 40 см (или 19%) превысило показатель контрольной группы (210 см). Еще более значительная относительная прибавка в 22% была зафиксирована в богарных условиях, где растения подросли со 180 см до 220 см. Однако дело не только в высоте. Растения сформировали большее количество листьев (прибавка составила 2-4 шт., или 14-29%), а также нарастили более мощный стебель, диаметр которого увеличился на 12-24%. Это критически важно, поскольку именно утолщенный стебель повышает устойчивость посевов к полеганию. Наибольший эффект от применения серы отмечался в ключевые фазы развития – этапы 6-8 листьев и цветения, когда потребность культуры в этом элементе особенно высока (табл. 2).

Влияние серного бентонита напрямую отразилось на репродуктивных органах, то есть на початках. Анализ показал, что удобрение способствовало формированию более длинных початков (прибавка 3-5 см, или 17-28%), а также увеличению их количества на одном растении на 0,2-0,4 шт. (11-22%). Наряду с этим, значительно возросла масса 1000 зерен – на 40-70 г (14-25%), а плотность зерна в початке увеличилась на 8-12%. В совокупности эти факторы свидетельствуют о мощном воздействии на конечную урожайность (табл. 2).

Таблица 2 – Влияние серного бентонита и минеральных удобрений на вегетативную массу и структуру урожая кукурузы

Фактор А (увлажнение)	Фактор В (варианты удобрений)	Высота растений, см	Количество листьев, шт.	Длина початка, см	Диаметр стебля, мм	Масса 1000 зёрен, г
Орошение	Контроль (без удобрений)	210	14	18	25	280
	НРК на 50 т/га зеленой массы (N ₁₄₁ P ₆₅ K ₈₈) + Серный бентонит, 50 кг/га	235	16	21	28	320
	НРК на 50 т/га зеленой массы (N ₁₄₁ P ₆₅ K ₈₈) + Серный бентонит, 100 кг/га	245	17	22	30	340
	НРК на 50 т/га зеленой массы (N ₁₄₁ P ₆₅ K ₈₈) + Серный бентонит, 150 кг/га	250	18	23	31	350
Без полива	Контроль (без удобрений)	180	12	15	22	240
	НРК на 50 т/га зеленой массы (N ₁₄₁ P ₆₅ K ₈₈) + Серный бентонит, 50 кг/га	200	14	18	25	280
	НРК на 50 т/га зеленой массы (N ₁₄₁ P ₆₅ K ₈₈) + Серный бентонит, 100 кг/га	215	15	19	27	300
	НРК на 50 т/га зеленой массы (N ₁₄₁ P ₆₅ K ₈₈) + Серный бентонит, 150 кг/га	220	16	20	28	310

Полученные положительные эффекты имеют четкое физиолого-биохимическое обоснование. Серный бентонит активизирует синтез жизненно важных серосодержащих аминокислот, таких как метионин и цистин, что, в свою очередь, улучшает азотный обмен в растениях. Параллельно отмечается повышение активности ферментов углеводного обмена и усиление оттока ассимилятов из листьев в формирующиеся початки. Кроме того, удобрение способствует оптимизации водного режима растений.

Эффективность серного бентонита продемонстрировала четкую зависимость от применяемой дозы. Наблюдалась устойчивая тенденция к росту показателей: при дозе 50 кг/га прибавка по элементам продуктивности составила 12-15%, при увеличении дозы до

100 кг/га она возросла до 18-22%, а максимальный эффект в 20-25% был достигнут при внесении 150 кг/га, что указывает на оптимальность данной нормы.

Результаты эксперимента демонстрируют значительное влияние как режима орошения, так и системы удобрения на все изучаемые показатели. В условиях орошения урожайность зелёной массы кукурузы варьировала от 35,2 т/га в контроле до 53,4 т/га при внесении максимальной дозы серного бентонита (150 кг/га). В богарных условиях эти показатели составили соответственно 28,5 и 43,5 т/га. При этом относительные прибавки урожая под действием удобрений были сопоставимы в обоих режимах увлажнения и достигали 51,7% при орошении и 52,6% без полива (табл. 3).

Таблица 3 – Урожайность и качество зелёной массы кукурузы в зависимости от режима орошения и применения минеральных удобрений и серного бентонита

Фактор А (увлажнение)	Фактор В (варианты удобрений)	Урожайность зелёной массы, т/га	Прибавка к контролю, %	Содержание белка, %
Орошение	Контроль (без удобрений)	35,2	–	7,8
	На 50 т/га зелёной массы (N ₁₄₁ P ₆₅ K ₈₈) + Серный бентонит, 50 кг/га	48,6	-	9,1
	На 50 т/га зелёной массы (N ₁₄₁ P ₆₅ K ₈₈) + Серный бентонит, 100 кг/га	52,1	7,0	9,5
	На 50 т/га зелёной массы (N ₁₄₁ P ₆₅ K ₈₈) + Серный бентонит, 150 кг/га	53,4	10,0	9,7
Без полива	Контроль (без удобрений)	28,5	–	7,0
	На 50 т/га зелёной массы (N ₁₄₁ P ₆₅ K ₈₈) + Серный бентонит, 50 кг/га	39,2	-	8,5
	На 50 т/га зелёной массы (N ₁₄₁ P ₆₅ K ₈₈) + Серный бентонит, 100 кг/га	42,8	9,0	8,9
	На 50 т/га зелёной массы (N ₁₄₁ P ₆₅ K ₈₈) + Серный бентонит, 150 кг/га	43,5	11,0	9,1
HCP ₀₅	А	0,35		
HCP ₀₅	В	0,81		
HCP ₀₅	АВ	2,17		

Качество продукции, оцениваемое по содержанию белка в зелёной массе, также существенно зависело от изучаемых факторов. В орошаемых условиях содержание белка увеличивалось с 7,8% в контроле до 9,7% при внесении NPK+Серного бентонита 150 кг/га. В богарных условиях соответствующие показатели составили 7,0% и 9,1%. Наибольший прирост содержания белка наблюдался при переходе от контроля к варианту с максимальной дозой серного бентонита (150 кг/га).

Особый интерес представляет анализ взаимодействия изучаемых факторов. Результаты показывают, что орошение не только увеличивает абсолютные показатели урожайности, но и усиливает эффективность

действия удобрений. Так, абсолютная прибавка урожая при внесении NPK + серного бентонита 150 кг/га составила 18,2 т/га в условиях орошения против 15,0 т/га в богарных условиях. При этом экономически оптимальной дозой серного бентонита, обеспечивающей наилучшее соотношение затрат и отдачи, во всех случаях оказалась доза 100 кг/га.

Полученные данные имеют важное практическое значение для сельскохозяйственного производства, позволяя оптимизировать систему удобрения кукурузы в зависимости от условий увлажнения. Результаты свидетельствуют о перспективности использования серного бентонита в качестве эффективного серосодержащего удобрения,

способствующего не только увеличению урожайности, но и улучшению качества кормовой продукции.

Особенно важно отметить, что улучшение качественных показателей имело дозозависимый характер. Наибольший эффект достигался при дозе 150 кг/га серного бентонита, однако существенное улучшение качества отмечалось уже при внесении 50 кг/га. В условиях орошения положительное влияние серного бентонита на качество корма проявлялось более значительно, что связано с лучшей доступностью питательных элементов при оптимальном водном режиме.

Выводы. Проведенные исследования доказали высокую эффективность комплексного применения серного бентонита и минеральных удобрений при выращивании гибрида кукурузы Росс 140 СВ на серых лесных почвах Республики Татарстан. Установлено, что экономически оптимальная доза серного бентонита 100 кг/га на фоне НРК ($N_{141}P_{65}K_{88}$ кг/га) обеспечивает максимальную прибавку урожайности до 53,4 т/га зелёной

массы при орошении и 43,5 т/га в богарных условиях, что на 51,7% и 52,6% превышает контрольные показатели. Одновременно отмечается существенное улучшение качества продукции - содержание белка увеличивается до 9,7%, а валовой сбор серы с урожаем возрастает на 122%.

Разработанная технология демонстрирует высокую экономическую эффективность, достигая рентабельности 62,5% при орошении и 44,1% в богарных условиях, что делает её целесообразной для широкого внедрения в сельскохозяйственных предприятиях региона. Применение серного бентонита также способствует улучшению агрофизических свойств почвы: повышается влагоёмкость, увеличивается содержание водопрочных агрегатов и снижаются потери азота от вымывания. Ресурсосберегающая технология является экологически безопасной и обеспечивает устойчивое ведение сельскохозяйственного производства в условиях умеренно-континентального климата Республики Татарстан.

Литература

1. Смирнов А. М., Тюрин В. Г., Семенов В. Г. Проблемы производства экологически безопасной продукции животноводства и пути их решения // Ветеринария и кормление. 2024. № 3. С. 12-18. <https://doi.org/10.30917/ATT-VK-1814-9588-2024-3-1>.
2. Воронкова О. Ю., Петрова Л. И. Производство органической продукции в регионах: экономический, социальный и бюджетный эффект // Экономика сельского хозяйства России. 2024. № 1. С. 38-43. <https://doi.org/10.32651/241-38>.
3. Организационно-экономические основы развития органического сельского хозяйства в условиях современности / С. Л. Алексеев, Н. М. Якушкин, С. А. Шарипов, Ю. С. Сергеева // Экономика сельского хозяйства России. 2024. № 2. С. 73-82. <https://doi.org/10.32651/241-38>.
4. Зависимость урожайности гибридов кукурузы от приемов обработки почвы при возделывании в зоне неустойчивого увлажнения / О. И. Власова, В. М. Передериева, О. Г. Шабалдас [и др.] // Земледелие. 2023. № 6. С. 33-36. <https://doi.org/10.24412/0044-3913-2023-6-33-36>.
5. Урожай и уборочная влажность зерна гибридов кукурузы в разных экологических условиях в зависимости от сроков посева / В. С. Сотченко, А. Г. Горбачева, А. Э. Панфилов [и др.] // Кормопроизводство. 2019. № 4. С. 26-31.
6. Тюрин А. В., Тойгильдин А. Л., Подсёвалов М. И. Эффективность приемов возделывания кукурузы на зерно в условиях Среднего Поволжья // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2021. № 3(55). С. 55-65. <https://doi.org/10.18286/1816-4501-2021-3-55-62>.
7. Бжинаев Ф. Х. Влияние способов основной обработки почвы на урожай кукурузы при орошении // Аграрный вестник Урала. 2013. № 4(110). С. 4-5.
8. Монастырский В. А., Тищенко Я. С. Влияние оросительных мелиораций при выращивании кукурузы // Мелиорация и гидротехника. 2023. Т. 13, № 4. С. 281-294. <https://doi.org/10.31774/2712-9357-2023-13-4-281-294>.
9. Влияние способов основной обработки почвы и удобрений на динамику влажности почвы, водопотребление и урожайность кукурузы при выращивании на силос / В. Н. Фомин, М. М. Нафиков, В. В. Медведев, Д. В. Якимов // Достижения науки и техники АПК. 2017. Т. 31, № 12. С. 12-16.
10. Продуктивность кукурузы Росс 140 в зависимости от уровня химизации зональных почв республики Татарстан / Ф. Н. Сафиоллин, М. М. Хисматуллин, А. А. Лукманов [и др.] // Бюллетень Почвенного института им. В. В. Докучаева. 2023. № 115. С. 199-223. <https://doi.org/10.19047/0136-1694-2023-115-199-223>.
11. Современные методы возделывания кукурузы / Л. Х. Азубеков, А. З. Кушхабиев, А. К. Урусов, А. М. Кагермазов // Земледелие. 2014. № 5. С. 31-32.
12. Ефремова Е. Н., Тютюма Н. В. Влияние агротехнических приемов на урожайность сахарной кукурузы в условиях Нижнего Поволжья // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2018. № 1(49). С. 95-101. <https://doi.org/10.32786/2071-9485-2018-02-95-101>.
13. Особенности системы основной обработки почвы на орошении в почвенно-климатических условиях Республики Татарстан / И. И. Габбасов, С. Р. Сулейманов, Ф. Н. Сафиоллин [и др.] // Земледелие. 2023. № 7. С. 7-10. <https://doi.org/10.24412/0044-3913-2023-7-7-10>.
14. Таланов И. П., Михайлова М. Ю., Каримова Л. З. Отзывчивость гибридов кукурузы на внесения расчетных доз минеральных удобрений в условиях Предволжья РТ // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2015. Т. 10, № 2(36). С. 123-127. <https://doi.org/10.12737/12516>.
15. Роль и место орошаемого земледелия в производстве сельскохозяйственной продукции и его экономическая эффективность (опыт Республики Татарстан) / М. М. Хисматуллин, М. М. Хисматуллин, А. Р. Валиев [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2021. Т. 16, № 3(63).

С. 160-166. <https://doi.org/10.12737/2073-0462-2021-160-166>.

16. Основные тренды роста регионального сельского хозяйства: от объемов к устойчивости / Ф. Н. Мухаметгалиев, А. Р. Валиев, Л. Ф. Ситдикова [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2024. Т. 19, № 1(73). С. 117-123. <https://doi.org/10.12737/2073-0462-2024-117-123>.

17. Светлов Н. М. Методика отбора регионов для исследования адаптации сельского хозяйства к изменению климата // Экономика региона. 2023. Т. 19, № 2. С. 480-493. <https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2023-2-14>.

18. Волкова Е.А. Оценка экономической эффективности сельскохозяйственного производства Дальнего Востока России // Международный сельскохозяйственный журнал. 2022. № 5(389). С. 473-478. https://doi.org/10.55186/25876740_2022_65_5_473.

19. Сафиоллин, Ф. Н. Серный бентонит в технологии производства рапсового масличного сырья в почвенно-климатических условиях Республики Татарстан / Ф. Н. Сафиоллин, С. Р. Сулейманов, С. В. Сочнева // Агротехнологии XXI века: стратегия развития, технологии, инновации : Материалы Международной конференции. В 3-х частях, Пермь, 11–15 ноября 2024 года. – Пермь: ИПЦ Прокрость, 2024. – С. 70-77.

20. Влияние серного бентонита на рост и продуктивность подсолнечника / С. Р. Сулейманов, Ф. Н. Сафиоллин, Р. Р. Сулейманов, И. Д. Тахавиев // Агробиотехнологии и цифровое земледелие. – 2024. – № 1(9). С. 51-56. – DOI 10.12737/2782-490X-2024-51-56.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. Финансирование работы отсутствовало.

Сведения об авторах:

Яхин Ильдар Фаритович – старший преподаватель кафедры землеустройства и кадастров, e-mail: ildarsuper97@bk.ru

Сафиоллин Фаик Набиевич – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры землеустройства и кадастров, e-mail: faik1948@mail.ru

Казанский государственный аграрный университет, Казань, Россия.

Хисматуллин Марс Мансурович – доктор сельскохозяйственных наук, директор, email: rezi-almet@yandex.ru ФГБУ Управление «Приволжскмелиоводхоз», Казань, Россия.

Сулейманов Салават Разяпович – кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий кафедрой землеустройства и кадастров, e-mail: dusai@mail.ru

Трофимов Николай Валерьевич – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры землеустройства и кадастров, e-mail: nik.trofimow@mail.ru

Казанский государственный аграрный университет, Казань, Россия.

EFFECT OF MINERAL AND SULFUR-BENTONITE FERTILIZERS ON ROSS 140 SV CORN YIELD ON GRAY FOREST SOILS UNDER IRRIGATION AND DRYLAND FARMING

I. F. Yakhin, F. N. Safiollin, M. M. Khismatullin, S. R. Suleymanov, N. V. Trofimov

Abstract. This study is devoted to the development and experimental validation of a resource-saving cultivation technology of highly productive Ross 140 SV corn hybrid using mineral fertilizers and sulfur bentonite in gray forest soils of the Republic of Tatarstan. The main objective of the study was to evaluate the effect of different doses of sulfur-containing bentonite on the yield, green mass quality and economic efficiency of corn cultivation under irrigated and dryland farming conditions on gray forest soils. A two-factor field experiment was conducted to examine the effect of moisture regime (irrigation and dryland farming) and different doses of sulfur bentonite (50, 100, and 150 kg/ha) against the background of the main mineral fertilizer NPK at a dose of $N_{141}P_{65}K_{88}$ kg/ha. The economically optimal dose of sulfur bentonite was found to be 100 kg/ha, providing the maximum yield increase: up to 53.4 t/ha of green mass under irrigated conditions and 43.5 t/ha without irrigation, which is 10% and 11% higher than the control values, respectively. A significant improvement in green mass quality was also noted: protein content increased to 9.5%. An economic analysis confirmed the high profitability of the proposed technology, which amounted to 62.5% under irrigated conditions and 44.1% under rainfed conditions. The technology is characterized by reduced resource consumption, minimal environmental impact, and high profitability, as confirmed by data obtained on farms in Tatarstan.

Key words: corn (*Zea mays*), sulfur bentonite, mineral fertilizers, yield, gray forest soils, irrigation, Tatarstan, productivity.

For citation: Effect of mineral and sulfur-bentonite fertilizers on Ross 140 SV corn yield on gray forest soils under irrigation and dryland farming / Yakhin I.F., Safiollin F.N., Khismatullin M.M. [et al.] // Agrobiotechnologies and digital farming. 2025; 3 (15). 47-53 p. <http://dx.doi.org/10.12737/2782-490X-2025-4-3-47-53>

References

1. Smirnov AM, Tyurin VG, Semenov VG. [Problems of production of ecologically safe livestock products and ways to solve them]. Veterinariya i kormlenie. 2024; 3. 12-18 p. <https://doi.org/10.30917/ATT-VK-1814-9588-2024-3-1>.

2. Voronkova OYu, Petrova LI. [Production of organic products in the regions: economic, social and budgetary effect]. Ekonomika selskogo khozyaystva Rossii. 2024; 1. 38-43 p. <https://doi.org/10.32651/241-38>.

3. Alekseev SL, Yakushkin NM, Sharipov SA, Sergeeva YuS. [Organizational and economic foundations of organic agriculture development in modern conditions]. Ekonomika selskogo khozyaystva Rossii. 2024; 2. 73-82 p. <https://doi.org/10.32651/241-38>.

4. Vlasova OI, Perederieva VM, Shabaldas OG. [Dependence of corn hybrids productivity on soil cultivation methods during cultivation in the zone of unstable moisture]. Zemledelie. 2023; 6. 33-36 p. <https://doi.org/10.24412/0044-3913-2023-6-33-36>.

5. Sotchenko VS, Gorbacheva AG, Panfilov AE. [Yield and harvest moisture content of corn hybrids under different environmental conditions depending on sowing time]. Kornoproizvodstvo. 2019; 4. 26-31 p.

6. Tyurin AV, Toygildin AL, Podsevalov MI. [Efficiency of grain corn cultivation methods in middle Volga region]. Vestnik Ulyanovskoy gosudarstvennoy selskokhozyaystvennoy akademii. 2021; 3(55). 55-65 p. <https://doi.org/10.18286/1816-4501-2021-3-55-62>.

7. Bzhinaev FK. [The influence of primary tillage methods on the yield of irrigated corn]. Agrarnyy vestnik Urals. 2013; 4(110). 4-5 p.

8. Monastyrskiy VA, Tishchenko YaS. [The influence of irrigation reclamation on growing corn]. Melioratsiya i

gidrotekhnika. 2023; Vol.13. 4. 281-294 p. <https://doi.org/10.31774/2712-9357-2023-13-4-281-294>.

9. Fomin VN, Nafikov MM, Medvedev VV, Yakimov DV. [The impact of primary tillage methods and fertilizers on the dynamics of soil moisture, water consumption, and yield of silage-grown corn]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2017; Vol.31. 12. 12-16 p.

10. Safiollin FN, Khismatullin MM, Lukmanov AA. [Productivity of Ross 140 corn depending on the level of chemicalization of zonal soils of the Republic of Tatarstan]. *Byulleten Pochvennogo instituta im. V.V.Dokuchaeva*. 2023; 115. 199-223 p. <https://doi.org/10.19047/0136-1694-2023-115-199-223>.

11. Azubekov LKh, Kushkhabiev AZ, Urusov AK, Kagermazov AM. [Modern methods of corn cultivation]. *Zemledele. 2014; 5. 31-32 p.*

12. Efremova EN, Tyutyuma NV. [Influence of agrotechnical practices on the yield of sweet corn in lower Volga region]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professionalnoe obrazovanie*. 2018; 1(49). 95-101 p. <https://doi.org/10.32786/2071-9485-2018-02-95-101>.

13. Gabbasov II, Suleymanov SR, Safiollin FN. [Features of the primary tillage system with irrigation in the soil and climatic conditions of the Republic of Tatarstan]. *Zemledele. 2023; 7. 7-10 p.* <https://doi.org/10.24412/0044-3913-2023-7-7-10>.

14. Talanov IP, Mikhaylova MYu, Karimova LZ. [Responsiveness of corn hybrids to the application of calculated doses of mineral fertilizers in the conditions of Volga region of the Republic of Tatarstan]. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2015; Vol.10. 2(36). 123-127 p. <https://doi.org/10.12737/12516>.

15. Khismatullin MM, Khismatullin MM, Valiev AR. [The role and place of irrigated agriculture in agricultural production and its economic efficiency (experience of the Republic of Tatarstan)]. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2021; Vol.16. 3(63). 160-166 p. <https://doi.org/10.12737/2073-0462-2021-160-166>.

16. Mukhametgaliev FN, Valiev AR, Sitdikova LF. [Main trends in regional agricultural growth: from volume to sustainability]. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2024; Vol.19. 1(73). 117-123 p. <https://doi.org/10.12737/2073-0462-2024-117-123>.

17. Svetlov NM. [Methodology for selecting regions for studying the adaptation of agriculture to climate change]. *Ekonomika regiona*. 2023; Vol.19. 2. 480-493 p. <https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2023-2-14>.

18. Volkova EA. [Assessing the economic efficiency of agricultural production in the Russian Far East]. *Mezhdunarodnyi selskokhozyaystvennyy zhurnal*. 2022; 5(389). 473-478 p. https://doi.org/10.55186/25876740_2022_65_5_473.

19. Safiollin FN, Suleymanov SR, Sochneva SV. [Sulfur bentonite in the technology of producing rapeseed oilseed raw materials in the soil and climatic conditions of the Republic of Tatarstan. *Agrotechnologies of the 21st century: development strategy, technologies, innovations*]. *Materialy Mezhdunarodnoy konferentsii. V 3-kh chastyakh*, Perm, 11-15 noyabrya 2024 goda. Perm: IPTs Prokrost. 2024; 70-77 p.

20. Suleymanov SR, Safiollin FN, Suleymanov RR, Takhaviev ID. [The influence of sulfur bentonite on the growth and productivity of sunflower]. *Agrobiotekhnologii i tsifrovoe zemledele. 2024; 1(9). 51-56 p.* – DOI 10.12737/2782-490X-2024-51-56.

Conflict of interest

The authors declare no conflicts of interest. There was no funding for the work.

Authors:

Yakhin Ildar Faritovich – senior lecturer of Land Management and Cadastre Department, e-mail: ildarsuper97@bk.ru

Safiollin Faik Nabievich – Doctor of Agricultural Sciences, Professor of Land Management and Cadastre Department, e-mail: faik1948@mail.ru

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia.

Khismatullin Mars Mansurovich – Doctor of Agricultural Sciences, Director, e-mail: rezi-almet@yandex.ru

Federal State Budgetary Institution “Privolzhskmeliovodkhoz” Management, Kazan, Russia.

Suleymanov Salavat Razyapovich – Ph.D. of Agricultural Sciences, Head of Land Management and Cadastre Department, e-mail: dusai@mail.ru

Trofimov Nikolay Valerevich – Ph.D. of Agricultural Sciences, Associate Professor of Land Management and Cadastre Department, e-mail: nik.trofimow@mail.ru

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia.