

УДК 631.1:633.63

UDC 631.1:633.63

4.1.3. Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений (сельскохозяйственные науки)

4.1.3. Agrochemistry, agro soil science, plant protection and quarantine (agricultural sciences)

**ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ
ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ САХАР-
НОЙ СВЕКЛЫ В УСЛОВИЯХ ЗАПАДНОГО
ПРЕДКАВКАЗЬЯ**

**ECONOMIC EFFICIENCY OF SUGAR BEET
CULTIVATION TECHNOLOGY IN THE
WESTERN CAUCASUS**

Ничипуренко Евгений Николаевич

Nichipurenko Evgeniy Nikolaevich

к.с.-х.н., доцент

Cand.Agr.Sci., Associate Professor

SPIN-код автора: 1795-2430

Author SPIN: 1795-2430

E-mail: nichipurenko-1993@mail.ru

E-mail: nichipurenko-1993@mail.ru

*Кубанский государственный аграрный универси-
тет имени И.Т. Трубилина, Россия, 350044, г.
Краснодар, ул. Калинина, 13*

*Kuban State Agrarian University named after I.T.
Trubilina, Russia, 350044, Krasnodar, ul.Kalinina, 13*

В статье представлены результаты трехлетних исследований (2020–2022 гг.) в длительном стационарном опыте по оценке экономической эффективности технологий возделывания сахарной свеклы в условиях Западного Предкавказья. Изучено влияние восьми технологий возделывания, различающихся по способам основной обработки почвы (поверхностная, отвальная, безотвальная) и системам удобрения (без удобрений, минеральная, органо-минеральная, органическая), на агрофизические и агрохимические свойства чернозема выщелоченного, а также на урожайность культуры. Проведен анализ показателей плотности почвы в пахотном (0–30 см) и подпахотном (30–70 см) слоях в фазе смыкания листьев в ряду. Исследовано содержание основных элементов минерального питания (минерального азота, подвижного фосфора и калия) в почве в зависимости от применяемой технологии. Выявлено, что максимальное накопление питательных веществ достигается при комплексном применении органических и минеральных удобрений в сочетании с глубокой обработкой почвы

The article presents the results of three-year research (2020–2022) in a long-term stationary experiment to assess the economic efficiency of sugar beet cultivation technologies in the conditions of the Western Caucasasia. The influence of eight cultivation technologies, differing in the methods of basic soil tillage (surface, ploughing, non-ploughing) and fertilizer systems (without fertilizers, mineral, organic-mineral, organic), on the agro-physical and agro-chemical properties of leached chernozem, as well as on the crop yield, was studied. The analysis of soil density indicators in the arable (0–30 cm) and sub-arable (30–70 cm) layers in the phase of leaf closure in the row was carried out. The content of the main elements of mineral nutrition (mineral nitrogen, available phosphorus, and potassium) in the soil was studied depending on the applied technology. It was revealed that the maximum accumulation of nutrients is achieved with the combined use of organic and mineral fertilizers in combination with deep soil cultivation

Ключевые слова: САХАРНАЯ СВЕКЛА, ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ, ПЛОТНОСТЬ ПОЧВЫ, АГРОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ, УРОЖАЙНОСТЬ, ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ

Keywords: SUGAR BEET, CULTIVATION TECHNOLOGIES, SOIL DENSITY, AGROCHEMICAL INDICATORS, YIELD, ECONOMIC EFFICIENCY

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-220-027>

Введение.

Возделывание сахарной свеклы в Западном Предкавказье обладает значительным экономическим потенциалом, что подтверждается многолетней агрономической практикой региона. Вместе с тем достижение ста-

<http://ej.kubagro.ru/2026/06/pdf/27.pdf>

бильных высоких урожаев невозможно без научно обоснованного выбора технологии возделывания, учитывающей местные почвенно-климатические особенности. Оптимальная технология должна минимизировать риски и в максимальной степени использовать благоприятные факторы среды для реализации потенциала культуры [1].

Сахарная свекла предъявляет высокие требования к плотности почвы, которая играет важнейшую роль в формировании урожая. Оптимальная плотность почвы для возделывания сахарной свеклы составляет 1,0–1,3 г/см³ – именно при таких значениях формируется благоприятный водно-воздушный режим, необходимый для полноценного развития культуры. Семена сахарной свеклы при прорастании потребляют от 150 до 180% воды от собственной воздушно-сухой массы. При переуплотнении почвы прорастание затрудняется: возникают неравномерные, изреженные всходы, развиваются болезни (корнеед, гнили). На последующих этапах роста культуры плотность почвы также играет существенную роль. При превышении оптимальных значений плотности корнеплод подвергается деформации и повреждениям, что негативно сказывается на его качестве и урожайности. Кроме того, высокая плотность почвы приводит к уменьшению содержания продуктивной влаги, что, в свою очередь, ограничивает способность растений к набору биомассы и снижению общей продуктивности агроценоза.

Кроме того, физиология сахарной свеклы предопределяет ее повышенную требовательность к обеспеченности минеральным питанием. В процессе формирования урожая среднестатистической величины данная культура демонстрирует в 2–3 раза более интенсивное поглощение питательных веществ из почвы по сравнению с зерновыми культурами и отдельными представителями технических культур. На формирование одной тонны урожая сахарная свекла потребляет: N – 4,9, P₂O₅ – 1,6, K₂O – 6,3 кг/га. Так, при достижении урожайности 50 т/га вынос основных элемен-

тов питания достигает существенной величины: N – 245, P₂O₅ – 80, K₂O – 315 кг/га.

Достижение экономической эффективности возделывания сахарной свеклы неразрывно связано с формированием в почве оптимальных условий минерального питания, водно-воздушного режима при оптимальном строении пахотного слоя почвы. Полноценная реализация генетического потенциала культуры возможна исключительно в рамках научно обоснованной системы земледелия и внедрении технологий возделывания, направленных на оптимизацию условий выращивания.

Материалы и методы исследования.

Исследования проводились в 2020–2022 гг. в длительном стационарном опыте, расположенном в низинно-западинном агроландшафте Западного Предкавказья, в первом отделении учхоза «Кубань» Кубанского ГАУ. В его основе лежит семипольный зернотравяно-пропашной севооборот со следующим чередованием культур: люцерна – люцерна – озимая пшеница – сахарная свекла – соя - кукуруза на зерно – озимая пшеница. Система внесения удобрений разрабатывалась с учетом баланса гумуса.

Климат – умеренно-континентальный. Почва – чернозем выщелоченный слабогумусный сверхмощный. Севооборот – 7-польный зернотравяно-пропашной, насыщен люцерной – 28,5%, озимой пшеницей – 28,5%, соей – 14,3%, кукурузой – 14,3%, сахарной свеклой – 14,3%.		
Система удобрения разрабатывалась с учетом баланса гумуса:		
минеральная – отрицательный (количество новообразованного гумуса на 25 % меньше минерализовавшегося);	органоминеральная – бездефицитный (количество новообразованного гумуса за ротацию севооборота соответствовало количеству минерализовавшегося гумуса) предусматривает внесение 6,6 т/га соломы озимой пшеницы под посев люцерны и 2,5 т/га соломы сои под посев кукурузы на зерно;	органическая – положительный (поступление в почву новообразовавшегося гумуса превышало на 25 % его расход в результате минерализации) предусматривает в севообороте внесение навоза в дозе 80 т/га, заделка в севообороте корнеплодов и остатков сои, озимой пшеницы и кукурузы с массой 13 т/га.

Рисунок 1 – Условия и методика проведения опыта

Опыт включал изучение влияния восьми технологий возделывания сахарной свеклы на агрофизические и агрохимические свойства чернозема выщелоченного и урожайность сельскохозяйственной культуры. Технологии различались по способу основной обработки почвы (поверхностная, отвальная, безотвальная) и применяемой системе удобрения (без удобрений, минеральная, органоминеральная, органическая).

Повторность в опыте трехкратная, размещение делянок систематическое, последовательное. Общая площадь делянки 168 м², учетная – 48 м².

Технология	Система основной обработки почвы	Система удобрений
<u>Экстенсивная 1 (контроль)</u>	Обработка плугом ПН 4-35 на глубину 30–32 см	Без применения удобрений
Экстенсивная 2	Обработка БДТ-3 в 2 следа на глубину 6–8 см	Без применения удобрений
<u>Энергоресурсосберегающая</u>	Обработка БДТ-3 в 2 следа на глубину 6–8 см	Минеральная система – доза $N_{150}P_{90}K_{60}$ под основную обработку + доза N_{30} в подкормку в фазе смыкания листьев в ряду
Базовая	Обработка плугом ПН 4-35 на глубину 30–32 см	Минеральная система – доза $N_{150}P_{90}K_{60}$ под основную обработку + доза N_{30} в подкормку в фазе смыкания листьев в ряду
Экологически допустимая	Обработка плугом ПН 4-35 на глубину 30–32 см	Органоминеральная система – доза $N_{150}P_{90}K_{60}$ под основную обработку + доза N_{30} в подкормку в фазе смыкания листьев в ряду
Мелиоративная	Обработка плоскорезом КПП-250 на глубину 30–32 см + глубокое рыхление РН-80Б на глубину 70 см	Органическая система – навоз 80 т/га под основную обработку + доза N_{30} в подкормку в фазе смыкания листьев в ряду
<u>Биологизированная</u>	Обработка плугом ПН 4-35 на глубину 30–32 см	Органическая система – навоз 80 т/га под основную обработку + доза N_{30} в подкормку в фазе смыкания листьев в ряду
Почвозащитная	Обработка плоскорезом КПП-250 на глубину 30–32 см + глубокое рыхление РН-80Б на глубину 70 см	Органоминеральная система – доза $N_{150}P_{90}K_{60}$ под основную обработку + доза N_{30} в подкормку в фазе смыкания листьев в ряду

Рисунок 2 – Схема опыта

Результаты и обсуждения.

Плотность почвы – один из ключевых агрофизических показателей, определяющих успешность возделывания сахарной свеклы. От нее напрямую зависят водно-воздушный режим корнеобитаемого слоя, развитие корневой системы и, как следствие, урожайность культуры. В рамках исследования проанализировано влияние различных технологий возделывания на динамику плотности почвы в пахотном (0–30 см) и подпахотном (30–70 см) слоях в середине вегетации – в фазу смыкания листьев в ряду.

Сравнительная оценка восьми технологий позволила выявить наиболее эффективные подходы к регулированию плотности почвы и обосновать выбор оптимального варианта для достижения ее оптимальных значений для данной фазы развития культуры ($1,3 \text{ г/см}^3$).

Анализируя данные плотности почвы в середине вегетации сахарной свеклы, стоит отметить увеличение плотности при выращивании по технологиям экстенсивная 2 и энергоресурсосберегающая (таблица 1). Увеличение плотности связано непосредственно с проведением поверхностной обработки верхнего слоя почвы на глубину 6–8 см, что привело к увеличению плотности в слое 0–30 см на $0,03 \text{ г/см}^3$, а в слое 30–70 см от 0,02 до $0,03 \text{ г/см}^3$ относительно контроля. Эти изменения плотности имеют прямое влияние на развитие корневой системы растений, что может существенно сказаться на их продуктивности и устойчивости к неблагоприятным факторам окружающей среды.

Таблица 1 – Плотность почвы в зависимости от технологии возделывания сахарной свеклы в низинно-западинном агроландшафте, г/см^3 , (в фазе смыкания листьев в ряду, среднее за 2020–2022 гг.)

Технология	Слой, см	
	0–30	30–70
Экстенсивная 1 (к)	1,41	1,47
Экстенсивная 2	1,44	1,49
Энергоресурсосберегающая	1,44	1,50
Базовая	1,41	1,47
Экологически допустимая	1,37	1,46
Мелиоративная	1,33	1,39
Биологизированная	1,34	1,41
Почвозащитная	1,36	1,43
НСР ₀₅ 2020	0,01	0,01
НСР ₀₅ 2021	0,01	0,01
НСР ₀₅ 2022	0,01	0,02

Базовая технология по значениям плотности не отличалась от контроля из-за идентичной обработки почвы, а минеральные удобрения не оказали влияния на этот показатель.

Возделывание по экологически допустимой технологии способствовало снижению плотности за счет заделки в почву корнепожнивных остатков. Снижение относительно контроля в слое 0–30 см составило $0,04 \text{ г/см}^3$, а в слое 30–70 см – $0,01 \text{ г/см}^3$.

Близкие к оптимальным значениям показатели плотности почвы сложились при выращивании по мелиоративной технологии и способствовали снижению в слое 0–30 см на $0,08 \text{ г/см}^3$ и в слое 30–70 см на $0,08 \text{ г/см}^3$ относительно контроля. В подпахотном слое снижение плотности было обеспечено благодаря проведению глубокого рыхления и комплексному внесению органических, минеральных удобрений и заделки корнепожнивных остатков.

Биологизированная технология возделывания продемонстрировала менее выраженное снижение плотности почвы относительно мелиоративной, что обусловлено отсутствием глубокого рыхления в структуре технологии. Отсутствие механического воздействия на подпахотный горизонт (30–70 см) ограничило структурную трансформацию почвенных агрегатов, снизив эффективность оптимизации водно-воздушного режима в сравнении с технологией, предусматривающей глубокое рыхление. Плотность почвы снизилась в слое 0–30 см на $0,07 \text{ г/см}^3$ и в слое 30–70 см на $0,06 \text{ г/см}^3$ в сравнении с контролем.

Выращивание по почвозащитной технологии привело к снижению плотности в слое 0–30 см на $0,05 \text{ г/см}^3$ и в слое 30–70 см на $0,04 \text{ г/см}^3$ относительно контрольного варианта. Особенностью почвозащитной технологии возделывания сахарной свеклы является отказ от внесения навоза при одновременном использовании минеральных удобрений и заделке корнепожнивных остатков. В результате это привело к менее выраженному сни-

жению плотности почвы по сравнению с мелиоративной и биологизированной технологиями, где применение навоза способствует более активной трансформации структуры почвенного профиля.

Математический анализ данных подтверждает достоверность проведенных исследований и позволяет сделать обоснованный вывод о существенном влиянии изменений плотности почвы.

Таким образом, для приближения к оптимальным значениям плотности почвы наиболее целесообразно применять мелиоративную технологию возделывания сахарной свеклы, сочетающую безотвальную обработку почвы, глубокое рыхление и комплексное внесение как органических, так и минеральных удобрений.

Продуктивность сахарной свеклы в значительной степени определяется агрохимическими свойствами почвы, прежде всего – обеспеченностью основными элементами питания: азотом, фосфором и калием. Недостаток любого из этих элементов ограничивает рост культуры, снижает сахаристость корнеплодов и общую урожайность.

Анализ агрохимического состояния почвы в фазе смыкания листьев в ряду выявил четкую дифференциацию уровня обеспеченности пахотного и подпахотного слоев элементами минерального питания (NPK) в зависимости от применяемой технологии возделывания сахарной свеклы (таблица 2). Следует отметить закономерность низкого содержания элементов питания в слое почвы 0–20 см на технологиях экстенсивная 1 (к) и экстенсивная 2, где не предусмотрено внесение удобрений.

Выращивание по экологически допустимой и почвозащитной технологии способствовало увеличению содержания элементов питания в почве относительно контроля в слое почвы 0–20 см на: $N-NH_4^+$ – 10,6 и 11,7 мг/кг; $N-NO_3^-$ – 20,0 и 20,9 мг/кг; подвижного фосфора – 40 и 42 мг/кг; подвижного калия – 58 и 60 мг/кг. Это увеличение обусловлено как внесени-

ем минеральных удобрений, так и минерализацией корнепожнивных остатков, заделываемых в севообороте.

Таблица 2 – Агрохимические показатели чернозема выщелоченного в зависимости от технологии возделывания сахарной свеклы в низинно-западинном агроландшафте (в фазе смыкания листьев в ряду, среднее за 2020–2022 гг.)

Технология	Слой см	рН _{H2O}	Минеральный азот		Подвижный фосфор мг/кг (по Мачигину)	Подвижный калий мг/кг (по Мачигину)
			NH ₄ ⁺ , мг/кг	NO ₃ ⁻ , мг/кг		
Экстенсивная 1 (к)	0–20	6,63	13,3	19,9	43	209
Экстенсивная 2		6,62	16,5	19,8	43	209
Энергоресурсосберегающая		6,35	21,8	37,9	75	265
Базовая		6,32	21,5	37,3	76	264
Экологически допустимая		6,44	23,9	39,9	83	267
Мелиоративная		6,83	27,6	43,9	92	332
Биологизированная		6,84	28,1	44,1	88	326
Почвозащитная		6,47	25,0	40,8	85	269
НСР ₀₅ 2020	—	0,02	0,3	0,4	2,0	9,2
НСР ₀₅ 2021	—	0,05	0,4	0,4	2,6	7,8
НСР ₀₅ 2022	—	0,06	0,3	0,3	1,5	8,5

Возделывание по мелиоративной и биологизированной технологии способствовали увеличению элементов питания в почве относительно контрольной технологии в слое почвы 0–20 см на: N-NH₄⁺ – 14,3 и 14,8 мг/кг; N-NO₃⁻ – 24 и 24,2 мг/кг; подвижного фосфора – 49 и 45 мг/кг; подвижного калия – 123 и 117 мг/кг. Значительное увеличение элементов питания связано с внесением органических и минеральных удобрений, а также заделкой корнепожнивных остатков в почву.

Следует отметить, что на вариантах с применением исключительно минеральных удобрений наблюдалось достоверное повышение кислотности почвы.

Результаты математической обработки экспериментальных данных подтвердили статистическую достоверность выявленных различий в со-

держании элементов питания между опытными вариантами и контрольным, что позволяет обоснованно рекомендовать мелиоративную и биологизированную технологии как наиболее эффективные для оптимизации пищевого режима почвы при возделывании сахарной свеклы.

Экономическая эффективность возделывания сельскохозяйственных культур выступает ключевым критерием выбора агротехнологий в современных условиях хозяйствования. Применительно к сахарной свекле особую значимость приобретают показатели себестоимости, чистой прибыли и рентабельности, формирующиеся под влиянием агротехнических приемов, затрат на удобрения и горюче-смазочные материалы, а также урожайности и рыночной стоимости продукции. В рамках исследования проведена комплексная оценка экономической эффективности различных технологий возделывания сахарной свеклы в низинно-западинном агроландшафте с учетом цены реализации 3,16 руб. за 1 кг корнеплода (таблица 3).

Таблица 3 – Экономическая эффективность технологии возделывания сахарной свеклы в низинно-западинном агроландшафте (среднее за 2020–2022 гг.)

Технология	Урожайность, ц/га	Стоимость валовой продукции, руб.	Производственные затраты, руб./га	Себестоимость 1 ц продукции, руб.	Чистый доход, руб./га	Уровень рентабельности, %	Чистая прибыль, на руб. затрат
Экстенсивная 1 (к)	288,2	91071	53154	184,4	37917	71,3	0,71
Экстенсивная 2	234,8	74197	50580	215,4	23617	46,7	0,47
Энергоресурсосберегающая	348,8	110221	64851	185,9	45370	70,0	0,70
Базовая	423,6	133858	67853	160,2	66005	97,3	0,97
Экологически допустимая	451,9	142800	68947	152,6	73853	107,1	1,07
Мелиоративная	588,9	186092	75946	129,0	110146	145,0	1,45
Биологизированная	523,9	165552	73044	139,4	92508	126,7	1,27
Почвозащитная	479,8	151617	71242	148,5	80375	112,8	1,13

Наилучшие экономические показатели зафиксированы при применении мелиоративной технологии. Наивысшая урожайность 588,9 ц/га обеспечивает минимальную себестоимость 1 ц продукции – 129,0 руб. Уровень рентабельности достигает максимального значения 145,0 %. Высокая эффективность обусловлена сочетанием глубокой обработки почвы и комплексного внесения органических и минеральных удобрений, что создает оптимальные условия для роста и развития сахарной свеклы.

Возделывание по биологизированной технологии несколько уступает мелиоративной по экономической эффективности. Урожайность составляет 523,9 ц/га при себестоимости 1 ц продукции – 139,4 руб. Уровень рентабельности – 126,7 %. Незначительное отставание от мелиоративной технологии объясняется отсутствием глубокого рыхления, что влияет на агрофизические свойства почвы и оптимизацию условий выращивания сахарной свеклы.

Почвозащитная технология демонстрирует сбалансированные экономические показатели. Урожайность на уровне 479,8 ц/га обеспечивает себестоимость 1 ц продукции – 148,5 руб. Рентабельность составляет 112,8 %, что выше контрольного варианта на 41,5 %. Эффективность технологии обусловлена улучшением почвенной структуры, а также рациональным использованием минеральных удобрений. При этом показатели уступают мелиоративной технологии из-за отсутствия внесения органических удобрений и глубокого рыхления.

Экологически допустимая технология обеспечивает один из наиболее благоприятных экономических результатов благодаря комплексному воздействию минеральных удобрений и заделки корнеплодных остатков. Урожайность составила 451,9 ц/га, что позволяет снизить себестоимость 1 ц до 152,6 руб., а рентабельность достигает 107,1 %, превышая контроль на 35,8 %.

Базовая технология характеризуется существенным улучшением экономических показателей относительно контроля. Урожайность достигает 423,6 ц/га, а себестоимость 1 ц снижается до 160,2 руб. Уровень рентабельности составляет 97,3 %, что на 26,0 % выше контрольного варианта. Положительная динамика обусловлена внесением минеральных удобрений. Однако отсутствие органических удобрений и приемов мелиорации ограничивает потенциал дальнейшего роста урожайности и экономической эффективности.

Энергоресурсосберегающая технология показывает умеренные результаты. При урожайности 348,8 ц/га себестоимость 1 ц составляет 185,9 руб., что незначительно превышает уровень контрольного варианта. Рентабельность находится на уровне 70,0 %, что ниже контроля на 1,3 %. Ограниченная эффективность связана применением в технологии поверхностной обработки почвы, которая приводит к переуплотнению почвы, и снижению коэффициента использования минеральных удобрений сахарной свеклой, как культурой предъявляющей высокие требования к условиям произрастания, особенно плотности почвы и пищевому режиму.

Экстенсивная 2 технология демонстрирует наихудшие экономические результаты в опыте. Низкая урожайность – 234,8 ц/га – приводит к максимальной себестоимости 1 ц – 215,4 руб. Рентабельность снижается до 46,7 %, что на 24,6 % ниже контрольного варианта. Это обусловлено отказом от использования удобрений в сочетании с применением отвальной вспашки, которая является наиболее энергозатратной обработкой почвы.

Таким образом, проведенный анализ подтверждает четкую зависимость экономической эффективности возделывания сахарной свеклы от интенсивности агротехнического воздействия. Максимальные показатели достигаются при комплексном подходе элементов в технологии возделывания, сочетающем глубокую обработку почвы, оптимизацию плотности

почвы и сбалансированное внесение органических и минеральных удобрений.

Выводы:

1. Различные технологии возделывания существенно влияют на плотность почвы в пахотном (0–30 см) и подпахотном (30–70 см) слоях. Наибольшее снижение плотности зафиксировано при применении мелиоративной технологии – на 0,08 г/см³ в обоих слоях относительно контроля. Биологизированная технология также показала значимые результаты: снижение на 0,07 г/см³ (0–30 см) и 0,06 г/см³ (30–70 см). Наименьшие показатели отмечены для экстенсивной 2 и энергоресурсосберегающей технологий – плотность увеличилась на 0,03 г/см³ (0–30 см) и 0,02–0,03 г/см³ (30–70 см) относительно контроля из-за поверхностной обработки почвы.

2. Уровень обеспеченности почвы элементами питания (NPK) в слое 0–20 см существенно различается в зависимости от технологии возделывания. Максимальное накопление питательных веществ наблюдается при использовании мелиоративной и биологизированной технологий, где в сравнении с контролем их содержание было больше на: N-NH₄⁺ – 14,3 и 14,8 мг/кг, N-NO₃[–] – 24,0 и 24,2 мг/кг, подвижного фосфора – 45 и 49 мг/кг, подвижного калия – 117 и 123 мг/кг соответственно. Экологически допустимая и почвозащитная технологии также способствуют повышению содержания элементами питания в сравнении с контролем на: N-NH₄⁺ – 10,6 и 11,7 мг/кг, N-NO₃[–] 20,0 и 20,9 мг/кг, подвижного фосфора – 40 и 42 мг/кг, подвижного калия – 58 и 60 мг/кг соответственно. Минимальные показатели зафиксированы при применении экстенсивных технологий, где удобрения не вносятся.

3. Экономическая эффективность напрямую зависит от интенсивности агротехнического воздействия. Наивысший уровень рентабельности – 145,0 % – достигнут при применении мелиоративной технологии,

которая обеспечила урожайность 588,9 ц/га и минимальную себестоимость 1 ц продукции – 129,0 руб. Биологизированная технология продемонстрировала урожайность – 523,9 ц/га, себестоимость 1 ц – 139,4 руб., рентабельность – 126,7 %.

4. Наименьшая экономическая эффективность отмечена при применении экстенсивной 2 и энергоресурсосберегающей технологий. Экстенсивная 2 технология характеризуется низкой урожайностью – 234,8 ц/га, высокой себестоимостью – 215,4 руб./ц – и минимальной рентабельностью – 46,7 %, что на 24,6 % ниже контроля. Энергоресурсосберегающая технология демонстрирует урожайность на уровне 348,8 ц/га, себестоимость – 185,9 руб./ц, рентабельность – 70,0 %, что на 1,3 % ниже показателей контрольного варианта.

5. Комплексное применение глубокой обработки почвы, органического и минерального удобрения, а также заделки корнеплодных остатков создает оптимальные агрофизические и агрохимические условия для возделывания сахарной свеклы в низинно-западинном агроландшафте, обеспечивая максимальную экономическую эффективность производства.

Литература

1. Оценка экономической эффективности применения органоминеральных удобрений BIOTENCE на озимом ячмене сорта «Иосиф» в условиях Центральной зоны Краснодарского края / А. С. Тавадов, И. В. Грекова, Е. Н. Ничипуренко, Л. А. Исаева // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2025. – № 207. – С. 227-234. – DOI 10.21515/1990-4665-207-019.

Literature

1. Ocenka jekonomicheskoy jeffektivnosti primenenija organomineral'nyh udobrenij BIOTENCE na ozimom jachmene sorta «Iosif» v uslovijah Central'noj zony Krasnodarskogo kraja / A. S. Tavadov, I. V. Grekova, E. N. Nichipurenko, L. A. Isaeva // Politematicheskij setevoy jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2025. – № 207. – S. 227-234. – DOI 10.21515/1990-4665-207-019.