



ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО И МИНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕНИЙ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ

Серченков А.А., аспирант
Смольский Е.В., доктор сельскохозяйственных наук
Брянский государственный аграрный университет
e-mail: sev_84@mail.ru

***Аннотация.** Приведены результаты экспериментальных исследований эффективности применения различных видов и норм удобрения при возделывании сахарной свеклы на серых лесных почвах в условиях северной части Брянской области в период 2022–2024 гг. Установлено, что эти условия и биологические особенности культуры (сорта) обуславливают урожайность 18,3 т/га корнеплодов в среднем за годы исследования с рентабельностью производства на уровне 14 %. Применение органического удобрения в норме 40 т/га достоверно повышает урожайность до 35,4 т/га с рентабельностью производства 107 %, а минеральное удобрение в норме $N_{120}P_{120}K_{120}$ – соответственно до 49,9 т/га и 153 %. Выявлено разнонаправленное действие органического и минерального удобрений в изменении содержания сахарозы в корнеплодах сахарной свеклы. Использование возрастающих норм органического удобрения от 20 до 40 т/га повышает от 79,4 до 82,2 % содержание сахарозы, а минерального удобрения от $N_{60}P_{60}K_{60}$ до $N_{120}P_{120}K_{120}$ достоверно ее снижает от 71,8 до 63,0 %. В условиях северной части Брянской области возделывание сахарной свеклы на серых лесных почвах с применением удобрения экономически оправдано.*

***Ключевые слова:** минеральные и органические удобрения, сахарная свекла, урожайность, качество, окупаемость, эффективность.*

Введение. Сахарная свекла – стратегическая культура в продовольственной безопасности страны. Она является сырьем для производства сахара, а продукты ее переработки, в частности, жом используется на корм скоту, меласса как сырье для производства спирта, а дефекаат – как удобрение [1, 2]. Несмотря на климатические риски (засухи и заморозки) в основных районах производства, высокую стоимость возделывания, снижение спроса на сахар в связи с развитием тенденции здорового питания, она остается высокопродуктивной культурой [3, 4].

Основные посевные площади сахарной свеклы в Брянской области расположены в южной части на серых или темно-серых лесных почвах во II агроклиматическом районе [5], при этом в I агроклиматическом районе (северная часть) также находятся серые лесные почвы с высоким потенциальным плодородием.

В связи с освоением новых территорий под посевы культуры разработка теоретических и практических вопросов использования органического и минерального удобрений требует совершенствования и адаптации к конкретным почвенно-климатическим условиям. Поэтому оптимизация питания растения в изменяющихся условиях окружающей среды с целью получения стабильно высоких урожаев корнеплодов сахарной свеклы с высокой сахаристостью является актуальной задачей.

Цель работы – определить значение средств химизации в формировании урожая корнеплодов сахарной свеклы и его качества в условиях серых лесных почв северной части Брянской области.

Материалы и методика исследования. В условиях опытного поля Брянского ГАУ в период 2022–2024 гг. в полевом севообороте с чередованием культур «картофель – яровая пшеница – сахарная свекла – ячмень яровой» проводили исследования влияния удобрения на урожайность и качество корнеплодов культуры. Почвенный покров представлен серой лесной почвой на лессовидных суглинках со следующими средними агрохимическими показателями пахотного горизонта: обменная кислотность – 5,5–5,7 ед., содержание гумуса – 2,58–3,69 % (по Тюрину), подвижного фосфора и калия – соответственно 285–342 и 178–194 мг/кг почвы (по Кирсанову).

Агрометеорологические ресурсы годов исследования территории полевого опыта и климатическая норма представлены в таблице 1. Агротехника и система защиты растений при возделывании были общепринятыми для зоны исследования [6].



Таблица 1. Метеорологические условия 2022-2024 гг.
(по данным метеостанции Брянского ГАУ)

Показатель	Год	Месяц					Вегетационный период
		май	июнь	июль	август	Сентябрь	
Сумма осадков, мм	2022	86,0	89,0	82,0	15,0	227,0	499,0
	2023	67,0	68,1	88,0	42,0	41,8	306,9
	2024	42,0	142,0	54,0	9,0	4,0	251,0
	Климатическая норма	55,0	65,0	82,0	64,0	46,0	312,0
Температура воздуха, °С	2022	11,4	19,4	18,7	20,8	9,7	16,0
	2023	13,2	17,2	18,6	20,5	15,0	17,0
	2024	13,3	19,4	22,0	19,7	18,0	18,7
	Климатическая норма	14,5	17,7	20,2	18,7	11,4	16,5

Высев семян сахарной свеклы сорта Марино, обработанных фунгицидами Тирам и Гимексазол и инсектицидами Тиаметоксам и Тефлутрин, проводили в начале мая. Уборку осуществляли вручную поделяночно в начале октября.

Площадь опытной делянки составила 55 м², повторность опытов – трехкратная. Схема применения удобрения: 1. Контроль (без удобрения), 2. Навоз 20 т/га, 3. Навоз 40 т/га. 4. N₆₀P₆₀K₆₀, 5. N₉₀P₉₀K₉₀, 6. N₁₂₀P₁₂₀K₁₂₀. Органические и минеральные удобрения (аммиачная селитра и диаммофоска) вносили полной нормой в один прием весной перед посевом. В течение вегетации проводили две обработки хелатным комплексом микроэлементов (3 л/га).



Рисунок 1. Корнеплоды сахарной свёклы в зависимости от норм удобрения

Лабораторно-аналитические исследования полученных растительных образцов выполняли на кафедре агрохимии, почвоведения и экологии и в центре коллективного пользования научным оборудованием Брянского ГАУ по современным и гостированным методам. Экономическую эффективность рассчитывали по фактической урожайности корнеплодов сахарной свеклы на основе типовых технологических карт. Статистическую обработку полученных результатов проводили по методике опытного дела Б.А. Доспехова [7].

Результаты и обсуждение исследований. Почвенное плодородие серой лесной почвы, агроклиматические условия возделывания и биологические особенности сахарной свеклы сорта Марино формируют урожайность корнеплодов в среднем за годы исследования на уровне 18,3 т/га. Наиболее оптимальные условия возделывания наблюдали в 2023 г., а наиболее неблагоприятные – в 2024 г., когда соответственно собрали 21,8 и 14,9 т/га, а разница в урожайности составила 1,5 раза.

Средние образцы корнеплодов 2023 г. исследования в зависимости от применения средств химизации представлены на рисунке 1.

Применение возрастающих норм органического удобрения от 20 до 40 т/га при возделывании сахарной свеклы повысило урожайность корнеплодов в среднем за годы исследования от 25,9 до 35,4 т/га, существенное повышение установлено только при внесении 40 т/га навоза. В зависимости от условий года органическое удобрение по-разному влияло на формирование урожая. В 2022 и 2023 гг. при внесении 20 т/га навоза урожайность существенно повышалась, тогда как в 2024 г. значительное рост показателя отмечали только в варианте с нормой 40 т/га навоза (табл. 2).

Возрастающие нормы минерального удобрения от N₆₀P₆₀K₆₀ до N₁₂₀P₁₂₀K₁₂₀ достоверно увеличивали урожайность в среднем за годы исследования от 34,9 до 49,9 т/га и устанавливали значимую разницу в ее повышении между ними. В зависимости от условий года минеральное удобрение по-разному влияло на формирование урожая корнеплодов. В 2022 и 2024 гг. наблюдали достоверное различие между применением N₆₀P₆₀K₆₀ и N₉₀P₉₀K₉₀, тогда как в 2024 г. данной закономерности не наблюдалось. В среднем за указанные годы достоверной разницы между применением 40 т/га навоза и



Дражированные семена сахарной свеклы В ПРОДАЖЕ 15 ГИБРИДОВ

минеральным удобрением в исследуемых нормах в повышении урожайности не установлено.

Исследования показали, что в среднем с увеличением норм органического и минерального удобрений растет прибавка урожая соответственно от 7,6 до 17,1 и от 16,6 до 31,6 т/га корнеплодов сахарной свеклы. Окупаемость органического удобрения прибавкой урожая росла с увеличением норм, что свидетельствует о возможном дальнейшем повышении норм внесения без потери эффективности (табл. 3).

Максимальная окупаемость 92 кг на кг д.в. минерального удобрения достигается при внесении $N_{60}P_{60}K_{60}$. Дальнейшее увеличение приводит к снижению окупаемости всего до 88 кг на кг д.в., что говорит о целесообразности применения нормы $N_{120}P_{120}K_{120}$.

Химический состав корнеплодов сахарной свеклы зависит от сорта, почвенных и погодных условий, уровня агротехники и других факторов. Знание закономерностей изменения их химического состава под действием внешних условий необходимо для разработки технологии возделывания этой культуры, обеспечивающей получение сырья высокого качества.

В среднем за годы исследования почвенное плодородие серой лесной почвы, агроклиматические условия возделывания и биологические особенности сахарной свеклы сорта Марино формируют корнеплоды с содержанием сахарозы на уровне 78,1 % (рис. 2). Применение возрастающих норм органического удобрения от 20 до 40 т/га повышает содержание сахарозы в корнеплодах от 79,4 до 82,2 %. Значимое значение в увеличении сахарозы обнаружено только при 40 т/га навоза.

Внесение возрастающих норм минерального удобрения от $N_{60}P_{60}K_{60}$ до $N_{120}P_{120}K_{120}$ достоверно снижает содержание сахарозы в корнеплодах от 71,8 до 63,0 %. Серьезная разница в снижении урожайности была установлена между этими нормами (рис. 2). Выявлено также разнонаправленное действие органического и минерального удобрений в изменении содержания сахарозы в корнеплодах.

Результативность органического и минерального удобрений при возделывании культуры обуславливается получением стабильно высоких урожаев с высоким качеством получаемой продукции. Обоснование эффективности тех или иных норм удобрения обеспечивается проведением расчета экономической эффективности.

Экономическую эффективность применения органического и минерального удобрений рассчитывали на 1 га на основе типовой технологической карты, цена реализации была равной 9 руб/кг корнеплодов сахарной свеклы. При расчете учитывалось, что для исследований органические удобрения не покупали, а получали из хозяйства, в тоже время в расходы включались затраты по операциям с погрузкой, доставкой, внесением и дополнительной уборкой урожая.

Таблица 2. Действие удобрения на формирование урожайности корнеплодов сахарной свеклы по годам исследования, т/га

Вариант	2022 г.	2023 г.	2024 г.	Среднее 2022–2024 гг.
Контроль	18,1	21,8	14,9	18,3
Навоз 20 т/га	24,2	36,3	17,2	25,9
Навоз 40 т/га	30,8	51,8	23,5	35,4
$N_{60}P_{60}K_{60}$	25,7	55,3	23,6	34,9
$N_{90}P_{90}K_{90}$	31,4	67,4	29,2	42,7
$N_{120}P_{120}K_{120}$	38,4	77,4	33,8	49,9
НСР ₀₅	4,8	13,3	4,4	14,5

Таблица 3. Агрономическая эффективность удобрений при возделывании сахарной свеклы

Вариант	Прибавка урожая, т/га	Окупаемость органических (т/кг) и минеральных (кг д.в./кг) удобрений прибавкой урожая
Контроль	–	–
Навоз 20 т/га	7,6	380
Навоз 40 т/га	17,1	428
$N_{60}P_{60}K_{60}$	16,6	92
$N_{90}P_{90}K_{90}$	24,4	90
$N_{120}P_{120}K_{120}$	31,6	88

Анализ полученных результатов экономической оценки использования органического и минерального удобрений при возделывании сахарной свеклы показал, что с повышением их норм соответственно растет стоимость валовой продукции до 318,3 и 448,8 тыс. руб. с гектара и производственные затраты до 153,5 и 177,3 тыс. руб. (табл. 4).

Установлено снижение себестоимости 1 кг корнеплодов с 7,91 руб. в контрольном варианте до 4,34 руб. в варианте внесения 40 т/га навоза и до 3,55 руб. – при $N_{120}P_{120}K_{120}$.

Рентабельность, являясь относительным показателем экономической эффективности, комплексно отражает степень эффективности использования ма-

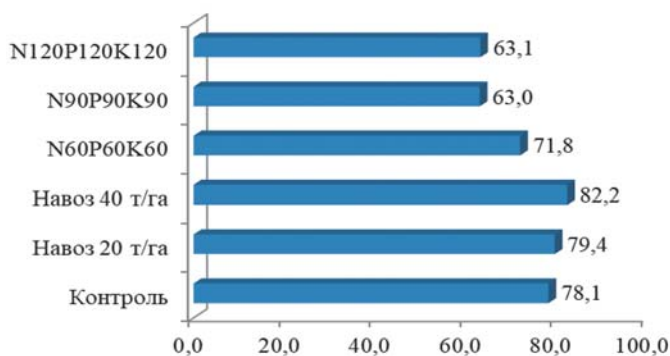


Рисунок 2. Содержание сахарозы в корнеплодах сахарной свеклы в зависимости от норм удобрения, % на сухое вещество (НСР₀₅ = 2,3)



Таблица 4. Экономическая эффективность применения удобрения при возделывании сахарной свёклы

Показатель Вариант	Стоимость валовой продукции, руб.	Производственные затраты, руб.	Себестоимость 1 кг продукции, руб.	Чистый доход, руб.	Рентабельность, %
Контроль	164400,0	144548,0	7,91	19852,0	14
Навоз 20 т/га	233100,0	151445,0	5,85	81655,0	54
Навоз 40 т/га	318300,0	153499,0	4,34	164801,0	107
$N_{60}P_{60}K_{60}$	313800,0	162942,1	4,67	150857,9	93
$N_{90}P_{90}K_{90}$	384000,0	170356,8	3,99	213643,2	125
$N_{120}P_{120}K_{120}$	448800,0	177271,5	3,55	271528,5	153

териальных, трудовых и денежных ресурсов, а также природных условий. Возделывание сахарной свёклы на серой лесной почве в условиях опытного поля Брянского ГАУ без применения удобрения обуславливает ее на уровне 14 %, а внесение органического удобрения – ее повышение до 107 %, наибольшую рентабельность 153 % обеспечивает применение $N_{120}P_{120}K_{120}$.

Заключение. В изменяющихся агроклиматических условиях северной части Брянской области годов исследования при возделывании сахарной свёклы на серой лесной почве были выявлены следующие тенденции и закономерности результативности применения органического и минерального удобрений.

1. Агроклиматические условия северной части Брянской области и плодородие серых лесных почв обеспечивают урожайность корнеплодов на уровне 18,3 т/га в среднем за годы исследования. Применение органического удобрения в норме 40 т/га достоверно повышает урожайность до 35,4 т/га, а минеральное удобрение в норме $N_{120}P_{120}K_{120}$ – до 49,9 т/га.

2. Установлено разнонаправленное действие органического и минерального удобрений в изменении содержания сахарозы в корнеплодах. Применение возрастающих норм органического удобрения от 20 до 40 т/га повышает от 79,4 до 82,2 % содержание сахарозы, а минерального удобрения от $N_{60}P_{60}K_{60}$ до $N_{120}P_{120}K_{120}$ достоверно снижает его от 71,8 до 63,0 %.

3. В условиях опытного поля Брянского ГАУ возделывание сахарной свёклы без применения удобрения обуславливает рентабельность производства на уровне 14 %, а внесение органического удобрения повышает ее до 107 %, наибольшую рентабельность 153 % обеспечивает использование $N_{120}P_{120}K_{120}$.

Список использованной литературы

1. Боронтов, О.К. Природные и антропогенные факторы, определяющие технологическое качество и урожайность сахарной свёклы в условиях ЦЧР / О.К. Боронтов, Л.Н. Путилина, П.А. Косякин // Сахар. - 2018. - № 5. - С. 16-19.

2. Святова, О.В. Особенности выращивания сахарной свёклы в регионах России / О.В. Святова, С.П. Кузьмина, А.Н. Макушин, Д.Н. Дорошевский // Сахарная свёкла. - 2023. - № 4. - С. 8-11.

3. Дьяков, Д.А. Влияние питательного режима, погодных условий и агротехники на продуктивность сахарной свёклы / Д.А. Дьяков [и др.] // Сахарная свёкла. - 2015. - № 10. - С. 33-36.

4. Сахарная свёкла – качество корнеплодов и выход сахара / Под ред. Н.П. Вострухина. - Минск: Юнипак, 2007. - 206 с.

5. Иванов, Е.В. Предварительные итоги свеклосахарной кампании-2023 / Е.В. Иванов // Сахарная свёкла. - 2024. - № 1. - С. 2-7.

6. Мельникова, О.В. Производство продукции растениеводства / О.В. Мельникова, В.Е. Торилов, М.П. Наумова. - Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2017. - 46 с.

7. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. - М.: Агропромиздат, 1985. - 351 с.

The effectiveness of the use of organic and mineral fertilizers in the cultivation of sugar beets in the Northern part of the Bryansk region

Serchenkov A.A., Smolsky E.V.

Summary. The results of experimental studies of the effectiveness of the use of various types and norms of fertilizers in the cultivation of sugar beets on gray forest soils in the Northern part of the Bryansk region in 2022–2024. It was found that the conditions and biological features of the culture (variety) determine sugar beet root crops yield of 18.3 t/ha of on average over the years of research with a production profitability of 14 %. The use of organic fertilizer at a rate of 40 t/ha significantly increases the yield to 35.4 t/ha with a production profitability of 107 %, and mineral fertilizer at a rate of $N_{120}P_{120}K_{120}$ – accordingly up to 49.9 t/ha and 153 %. The multidirectional effect of organic and mineral fertilizer in changing the sucrose content in root crops of sugar beets was established. The use of increasing norms of organic fertilizer from 20 to 40 t/ha increases from 79.4 to 82.2 % of the sucrose content, and the mineral fertilizer from $N_{60}P_{60}K_{60}$ to $N_{120}P_{120}K_{120}$ significantly reduces from 71.8 to 63.0%. In the conditions of the Northern part of the Bryansk region, the cultivation of sugar beets on gray forest soils using fertilizer is economically justified.

Keywords: mineral and organic fertilizers, sugar beets, yields, quality, payback, efficiency.