

ЭФФЕКТИВНОСТЬ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА В ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ СВЕКЛЫ СТОЛОВОЙ НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ЛЕГКОСУГЛИНИСТОЙ ПОЧВЕ

Н. Э. ХИЗАНЕЙШВИЛИ

УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: nukzar2692@gmail.com

(Поступила в редакцию 31.01.2025)

Работа посвящена изучению влияния регуляторов роста на урожайность корнеплодов свеклы столовой и их качество. Исследованиями было установлено, что при возделывании столовой свеклы на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве со средним и высоким индексом агрохимической окультуренности применение регуляторов роста способствовало повышению урожайности корнеплодов на фоне минеральных удобрений $N_{90}P_{60}K_{120}$ в среднем за три года на 2,3–5,9 т/га. Наибольшая урожайность корнеплодов свеклы столовой была получена в варианте с трехкратной обработкой посевов удобрением Экогум Комплекс – 48,0 т/га, что было на 5,9 т/га выше, чем в фоновом варианте. Изучаемые регуляторы роста оказывали положительное действие на показатели товарности корнеплодов, содержание в них сахаров, сухого вещества и нитратов. Наибольший выход товарных корнеплодов был отмечен в варианте с применением удобрения Экогум Комплекс на фоне минеральных удобрений $N_{90}P_{60}K_{120}$ – 95,2 % (+5,6 % к фону). Наилучшим вариантом по показателям качества был вариант с трехкратным применением удобрения Экогум Комплекс на фоне $N_{90}P_{60}K_{120}$ – в корнеплодах содержание сухого вещества повышалось на 1,0 % с 14,2 до 15,2 %, сахаров – на 1,3 % с 12,0 до 13,3 % соответственно. В период проведения исследований во всех вариантах опыта концентрация нитратов в корнеплодах свеклы не превышала ПДК, за исключением варианта с применением минеральных удобрений в дозе $N_{90}P_{60}K_{120}$, где в 2018 году этот показатель составил 1455 мг/кг сырой массы. В целом применение регуляторов роста при возделывании столовой свеклы способствовало снижению содержания нитратов в корнеплодах свеклы по сравнению с фоновым вариантом.

Ключевые слова: свекла столовая, удобрения, регуляторы роста, урожайность, качество.

The work is devoted to studying the effect of growth regulators on the yield of table beet roots and their quality. The studies have shown that when cultivating table beet on sod-podzolic light loamy soil with an average and high index of agrochemical cultivation, the use of growth regulators contributed to an increase in the yield of root crops against the background of mineral fertilizers $N_{90}P_{60}K_{120}$ by an average of 2.3–5.9 t/ha over three years. The highest yield of table beet roots was obtained in the variant with three-fold treatment of crops with the Ekogum Complex fertilizer – 48.0 t/ha, which was 5.9 t/ha higher than in the background variant. The studied growth regulators had a positive effect on the marketability of root crops, the content of sugars, dry matter and nitrates in them. The highest yield of marketable root crops was noted in the variant with the use of Ecogum Complex fertilizer against the background of mineral fertilizers $N_{90}P_{60}K_{120}$ – 95.2 % (+ 5.6 % to the background). The best variant in terms of quality indicators was the variant with three-fold use of Ecogum Complex fertilizer against the background of $N_{90}P_{60}K_{120}$ – the dry matter content in root crops increased by 1.0 % from 14.2 to 15.2 %, sugars – by 1.3 % from 12.0 to 13.3 %, respectively. During the research period, in all experimental variants, the concentration of nitrates in beet roots did not exceed the MAC, with the exception of the variant with the use of mineral fertilizers at a dose of $N_{90}P_{60}K_{120}$, where in 2018 this figure was 1455 mg / kg of wet weight. In general, the use of growth regulators in the cultivation of table beet contributed to a decrease in the nitrate content in beet roots compared to the background variant.

Key words: table beet, fertilizers, growth regulators, yield, quality.

Введение

Столовая свекла является уникальной овощной культурой ввиду богатого химического состава – в корнеплоде содержатся углеводы, клетчатка, витамины, органические кислоты, минеральные соли. Свекла хорошо хранится, поэтому является доступной овощной культурой в течение практически всего календарного года, возможности ее применения в кулинарии также впечатляют: ее можно запекать, мариновать, квасить, употреблять в свежем виде [1].

Столовая свекла в течение вегетации потребляет значительное количество элементов питания, особенно калия. Из микроэлементов растениям свеклы столовой в большей степени необходимы бор и марганец [2].

Регуляторы роста играют важную роль в оптимизации технологии возделывания столовой свеклы, способствуя повышению её урожайности и улучшению качества корнеплодов. Эти препараты действуют на физиологические процессы, протекающие в растениях, регулируя рост, развитие и созревание. Применение регуляторов роста на различных стадиях вегетации свеклы столовой позволяет добиться более интенсивного роста, при этом их применение достаточно безопасно и экономически выгодно, так как регуляторы роста имеют невысокую стоимость и применяются в небольших дозах, которые составляют от нескольких десятков миллилитров до нескольких литров на гектар.

Гуматы – это естественные органические вещества, которые образуются в результате разложения растительных остатков, и являются мощными стимуляторами роста. Кроме этого, они улучшают структуру почвы, увеличивают ее способность удерживать влагу и питательные элементы. Регулято-

ры роста на основе гуматов способствуют развитию растений и повышению их устойчивости к неблагоприятным условиям.

Эпибрасинолид, – один из важнейших фитогормонов, который играет ключевую роль в регуляции роста и развития растений. Его изучение приобрело огромную значимость, поскольку данный гормон участвует в ответах растений на стрессовые условия, такие как засуха и засоление. Исследования показывают, что эпибрасинолид способствует не только увеличению толщины стебля и высоты растения, но и улучшает фотосинтетическую активность, что, в свою очередь, способствует повышению урожайности.

Встречается достаточно большое количество исследований, к которых изучалось действие регуляторов роста на урожайность столовой свеклы. В исследованиях О. С. Туркиной было выявлено, что применение регуляторов роста совместно с микроудобрениями при возделывании столовой свеклы приводит к повышению продуктивности растений и площади листовой поверхности [3].

В других исследованиях О. С. Туркиной было установлено, что регуляторы роста Эпин и Энергия-М при их применении в посевах свеклы столовой способствовали повышению урожайности корнеплодов на 0,8–6,3 т/га, сухого вещества и сахаров – на 7,9–13,3 и 8,6–18,2 % соответственно [4].

В опытах с регулятором роста Экосил, которые проводились в УО БГСХА, урожайность корнеплодов свеклы столовой увеличивалась на 3,31–4,10 т/га [5, 6]. В исследованиях, проводимых в производственных условиях, применение регулятора роста Экосил в посевах свеклы столовой повышало урожайность корнеплодов на 4,3 т/га [7].

Гумат «Плодородие» с микроэлементами при возделывании свеклы столовой способствовал повышению урожайности корнеплодов на 7,4 т/га, а содержание сахаров увеличивалось на 1,5 % [8].

Целью исследований, приведенных в данной статье, было изучение эффективности применения отечественных регуляторов роста на основе эпибрасинолида (Эпин), гуминовых кислот (Гидрогумат) и комплексного микроудобрения с гуматами (Экогум Комплекс) при возделывании свеклы столовой на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве.

Основная часть

Эффективность применения регуляторов роста при возделывании столовой свеклы изучалась путем постановки полевого опыта в период с 2018 по 2020 гг. в условиях УНЦ «Опытные поля УО БГСХА». При выборе сорта было отдано предпочтение белорусскому сорту свеклы столовой Гаспадыня, который характеризуется одностокостью, высокой адаптивностью к почвенно-климатическим условиям Республики Беларусь и хорошей урожайностью. Почва опытного участка, на котором закладывался полевой опыт, дерново-подзолистая, легкосуглинистая, подстилаемая моренным суглинком с глубины около 1 метра. Содержание гумуса находилось в пределах 1,2–1,8 % (низкое и среднее содержание), подвижных форм фосфора – 209–266 мг/кг почвы (повышенное содержание), подвижных форм калия – 294–295 мг/кг (повышенное содержание). Реакция почвенной среды (pH_{KCl}) изменялась от 5,5 до 6,1 (кислая и близкая к нейтральной). Содержание подвижных форм меди было низким и средним (1,54–1,71 мг/кг почвы), цинка – также низким и средним (1,53–3,75 мг/кг почвы). Индекс агрохимической окультуренности в 2018 году был средним, в 2019 и 2020 гг. – высоким.

Погодные условия в период проведения полевых опытов различались по годам, что позволило дать объективную оценку изучаемым регуляторам роста. Вегетационные периоды 2018 и 2020 годов отличались избыточным выпадением осадков и достаточным количеством тепла. Вегетационный период 2019 года был более жарким и характеризовался неравномерным выпадением осадков.

Полевой опыт закладывался в четырехкратной повторности, учетная площадь делянки – 10,8 м², общая – 14 м². Предшественник – картофель. Технология возделывания столовой свеклы – общепринятая для условий Республики Беларусь, с шириной междурядий 45 см. Уборка урожая проводилась вручную сплошным поделяночным методом с определением доли товарных корнеплодов. В образцах убранных корнеплодов проводилось определение содержания сухого вещества, сахаров, а также нитратов в лабораторных условиях. Полученные опытные данные подвергались статистической обработке методом дисперсионного анализа для определения достоверности результатов исследований.

В качестве минеральных удобрений для основного внесения использовались карбамид (46 % N), суперфосфат аммонизированный (10 % N, 30 % P₂O₅), хлористый калий (60 % K₂O).

На фоне минеральных удобрений проводилось опрыскивание посевов столовой свеклы регуляторами роста: Эпин, Ж (эпибрасинолид, 0,25 г/л; производитель – ГНУ «Институт биоорганической химии НАН Беларуси»), который применялся дважды в дозе по 80 мл/га в фазу пучковой спелости и в фазу начала смыкания ботвы в рядках; Гидрогумат, Ж (гуминовые кислоты не менее 3,5 %; произ-

водитель – ГНУ «Институт природопользования НАН Беларуси»), который вносили в дозе по 2 л/га в фазу 3 пар настоящих листьев, в фазу пучковой спелости и за месяц до уборки; Экогум Комплекс, ВР (N – не более 120 г/л, Мп – не более 50 г/л, Си – не более 75 г/л, Zn – не более 75 г/л, Со – не более 8 г/л, Мо – не более 1 г/л, В – не более 110 г/л, гуминовые вещества – не более 40 г/л; производители – УП «Белуниверсалпродукт, ЧП «ЧервеньАГРО», ООО «ВПК-актив»), которое вносили трехкратно в дозе по 1 л/га, начиная с фазы 3 пар настоящих листьев с интервалом между обработками 14 дней.

Схема опыта включала пять вариантов: 1. Без удобрений (контроль); 2. N₉₀P₆₀K₁₂₀ – фон; 3. Фон + Эпин, Р; 4. Фон + Гидрогумат, Ж; 5. Фон + Экогум Комплекс, ВР.

Наименьшая урожайность столовой свеклы была получена в варианте без применения удобрений – 23,8 т/га (табл. 1). Внесение минеральных удобрений в дозе N₉₀P₆₀K₁₂₀ значительно повышало урожайность корнеплодов – с 23,8 до 42,1 т/га, прибавка составила 18,3 т/га.

Таблица 1. Влияние регуляторов роста на урожайность корнеплодов свеклы столовой, среднее за 2018–2020 гг.

Варианты опыта	Урожайность корнеплодов, т/га	Прибавка к контролю, т/га	Прибавка к фону, т/га
1. Контроль (без удобрений)	23,8	–	–
2. N ₉₀ P ₆₀ K ₁₂₀ – фон	42,1	18,3	–
3. Фон + Эпин	44,5	20,7	2,3
4. Фон + Гидрогумат	45,6	21,8	3,5
5. Фон + Экогум Комплекс	48,0	24,2	5,9
НСР ₀₅	1,25	–	–

Обработка посевов свеклы столовой изучаемыми регуляторами роста позволила получить достоверную прибавку в урожайности. Так, двукратное применение регулятора роста Эпин на фоне N₉₀P₆₀K₁₂₀ повышало урожайность корнеплодов на 2,3 т/га. На фоне N₉₀P₆₀K₁₂₀ двукратная обработка посевов свеклы регулятором роста Гидрогумат увеличивало урожайность корнеплодов на 3,5 т/га.

Наибольшая урожайность свеклы столовой была получена в варианте с трехкратной обработкой посевов удобрением Экогум Комплекс – 48,0 т/га, что было на 5,9 т/га выше, чем в фоновом варианте. Такой эффект, скорее всего, можно объяснить тем, что в данном удобрении содержатся не только гуминовые вещества, которые обладают росторегулирующим действием, но и комплекс микроэлементов (бор, медь, цинк, марганец, кобальт).

Важным также было определение некоторых показателей качества корнеплодов. Установлено, что изучаемые регуляторы роста оказывали положительное действие на показатели товарности корнеплодов, содержание в них сахаров, сухого вещества и нитратов. В варианте без применения удобрений товарность корнеплодов была наименьшей и составила 68,6 % (табл. 2).

Таблица 2. Влияние регуляторов роста на некоторые качественные показатели корнеплодов свеклы столовой, среднее за 2018–2020 гг.

Варианты опыта	Товарность корнеплодов, %	Содержание сухого вещества, %	Содержание сахаров, %	Нитраты, мг/кг		
				2018	2019	2020
1. Контроль (без удобрений)	68,6	14,0	10,4	882	645	101
2. N ₉₀ P ₆₀ K ₁₂₀ – фон	89,6	14,2	12,0	1455	1054	388
3. Фон + Эпин	91,6	14,5	12,5	909	678	271
4. Фон + Гидрогумат	94,8	14,6	12,9	975	621	299
5. Фон + Экогум Комплекс	95,2	15,2	13,3	913	633	307
НСР ₀₅	3,93	0,38	0,45	53,8	43,2	33,7

Применение минеральных удобрений в дозе N₉₀P₆₀K₁₂₀ повышало товарность корнеплодов на 21 %. Применение регулятора роста Эпин на фоне N₉₀P₆₀K₁₂₀ не повышало товарности корнеплодов свеклы. Обработка посевов свеклы регулятором роста Гидрогумат на фоне N₉₀P₆₀K₁₂₀ увеличивала выход товарных корнеплодов на 5,2 %, а наибольший выход товарных корнеплодов был отмечен в варианте с применением удобрения Экогум Комплекс на этом же фоне минеральных удобрений – 95,2 % (+5,6 % к фону).

Корнеплоды, полученные в контрольном варианте без применения удобрений и регуляторов роста, имели наименьшее содержание сухого вещества (14,0 %) и сахаров (10,4 %). Минеральные удобрения, которые вносили в дозе N₉₀P₆₀K₁₂₀, не обеспечивали повышение содержания сухого вещества в корнеплодах, но способствовали увеличению накопления сахаров по сравнению с контролем на 1,6 %.

Применение регулятора роста Эпин на фоне N₉₀P₆₀K₁₂₀ также не увеличивало содержание сухого вещества в корнеплодах, однако приводило к возрастанию содержания сахаров на 0,5 % с 12,0 до 12,5 %. В варианте N₉₀P₆₀K₁₂₀ + Гидрогумат по сравнению с фоновым вариантом в корнеплодах свеклы столовой содержание сухого вещества и сахаров увеличивалось на 0,4 и 0,9 % соответственно. Наилучшим вариантом по показателям качества был вариант с трехкратным применением удобрения

Экогум Комплекс на фоне $N_{90}P_{60}K_{120}$ – в корнеплодах содержание сухого вещества повышалось на 1,0 % с 14,2 до 15,2 %, сахаров – на 1,3 % с 12,0 до 13,3 % соответственно.

Одним из важнейших показателей является содержание нитратов в корнеплодах. Для столовой свеклы ПДК составляет 1400 мг/кг сырой массы. Из табл. 2 видно, что за годы исследований концентрация нитратов в корнеплодах свеклы отличалась в значительных пределах. Во все годы исследований наименьшее содержание нитратов было в варианте без применения удобрений и изменялось от 101 до 882 мг/кг сырой массы. Следует отметить, что в период проведения исследований во всех вариантах опыта концентрация нитратов в корнеплодах свеклы не превышала ПДК, за исключением варианта с применением минеральных удобрений в дозе $N_{90}P_{60}K_{120}$, где только лишь в 2018 году этот показатель составил 1455 мг/кг сырой массы.

Также было отмечено, что применение исследуемых регуляторов роста позволяло снизить содержание нитратов в корнеплодах свеклы по сравнению с фоновым вариантом.

Полученные результаты свидетельствуют о достаточно высокой эффективности применения регуляторов роста при возделывании столовой свеклы, за счет повышения урожайности и качества корнеплодов.

Заключение

1. При возделывании столовой свеклы на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве со средним и высоким индексом агрохимической окультуренности применение регуляторов роста способствовало повышению урожайности корнеплодов на фоне минеральных удобрений $N_{90}P_{60}K_{120}$ в среднем за три года на 2,3–5,9 т/га.

2. Наибольшая урожайность корнеплодов свеклы столовой была получена в варианте с трехкратной обработкой посевов удобрением Экогум Комплекс – 48,0 т/га, что было на 5,9 т/га выше, чем в фоновом варианте.

3. Изучаемые регуляторы роста оказывали положительное действие на показатели товарности корнеплодов, содержание в них сахаров, сухого вещества и нитратов.

4. Наибольший выход товарных корнеплодов был отмечен в варианте с применением удобрения Экогум Комплекс на фоне минеральных удобрений $N_{90}P_{60}K_{120}$ – 95,2 % (+5,6 % к фону).

5. Наилучшим вариантом по показателям качества был вариант с трехкратным применением удобрения Экогум Комплекс на фоне $N_{90}P_{60}K_{120}$ – в корнеплодах содержание сухого вещества повышалось на 1,0 % с 14,2 до 15,2 %, сахаров – на 1,3 % с 12,0 до 13,3 % соответственно.

6. В период проведения исследований во всех вариантах опыта концентрация нитратов в корнеплодах свеклы не превышала ПДК, за исключением варианта с применением минеральных удобрений в дозе $N_{90}P_{60}K_{120}$, где в 2018 году этот показатель составил 1455 мг/кг сырой массы. В целом применение регуляторов роста при возделывании столовой свеклы способствовало снижению содержания нитратов в корнеплодах свеклы по сравнению с фоновым вариантом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Девятков, А. С. Календарь-справочник садовода, овощевода и пчеловода / А. С. Девятков, А. И. Макаревич. – Минск: «Ураджай», 1983. – 271 с.
2. Агрохимия: учебник / И. Р. Вильдфлуш [и др.]; под ред. И. Р. Вильдфлуша. – Минск: ИВЦ Минфина, 2013. – 704 с.
3. Туркина, О. С. Применение микроудобрений и регуляторов роста растений на столовых корнеплодах: автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук: 06.01.01 / О. С. Туркина; ГНУ ВНИИ Овощеводства. – Москва, 2011. – 26 с.
4. Петриченко, В. Н. Эффективность регуляторов роста в сочетании с микроудобрениями на столовых корнеплодах / В. Н. Петриченко, О. С. Туркина // Агрохимический вестник. – 2011. – № 1. – С. 26–29.
5. Применение биостимуляторов роста новосил, 10 % в. э. и экосил, 5 % в. э. в посевах сельскохозяйственных культур Беларуси: рекомендации / П. А. Саскевич [и др.]. – Горки, 2006. – 28 с.
6. Хизанейшвили, Н. Э. Эффективность применения макро-, микроудобрений и регуляторов роста при возделывании столовой свеклы и моркови на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве: автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук: 06.01.04 / Н. Э. Хизанейшвили; РНДУП Институт почвоведения и агрохимии. – Минск, 2022. – 27 с.
7. Испытание биостимулятора роста растений Экосил в посевах овощных культур в КСУП «Брилево» Гомельского района Гомельской области: отчет о НИР / Бел. гос. с.-х. акад.; рук. темы В. Р. Кажарский. – Горки, 2008. – 33 с.
8. Испытание гумата «Плодородие» на овощных культурах / Н. А. Лучник [и др.] // Агрохимический вестник. – 2008. – № 3. – С. 37–38.