

# Влияние макро-, микроудобрений и регуляторов роста на динамику площади листовой поверхности, урожайность и качество столовой свеклы на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве

И. Р. Вильдфлуш, доктор с.-х. наук, Н. Э. Хизанейшвили, аспирант  
Белорусская государственная сельскохозяйственная академия

(Дата поступления статьи в редакцию 14.05.2020 г.)

*В статье изложены результаты изучения влияния на урожайность и качество корнеплодов столовой свеклы белорусских микроудобрений МикроСтим, регулятора роста Экосил, польского микроудобрения Эколист Бор. Установлено, что применение изучаемых микроудобрений способствует повышению урожайности корнеплодов столовой свеклы, а также содержанию в них сухого вещества и сахаров.*

## Введение

Стремительное нарастание экологической нагрузки на человека в современном мире требует полноценного, качественного питания, основанного на овощной продукции. Здоровье человека, его работоспособность и продолжительность жизни непременно зависят от наличия в рационе овощей, которые являются источником витаминов, макро-, микроэлементов, антиоксидантов, и других биологически активных веществ [1].

Широко распространенным овощем в Беларуси является столовая свекла, которая богата углеводами, минеральными веществами, органическими кислотами и витаминами [2]. Годовая норма потребления столовой свеклы составляет около 18 кг [3].

В Республике Беларусь отмечается снижение посевных площадей столовых корнеплодов, при этом средняя урожайность в производственных условиях не превышает 30 т/га, хотя потенциал урожайности современных сортов и гибридов столовой свеклы составляет более 80 т/га [4, 5].

Повышение урожайности сельскохозяйственных культур возможно только при поступлении в растения всех элементов питания в расчетных дозах и в наиболее критические периоды роста и развития, причем наиболее оптимальным является одновременное поступление макро- и микроэлементов [6, 7].

Ввиду низкого содержания в почвах Беларуси подвижных форм микроэлементов, они являются одним из лимитирующих факторов повышения продуктивности растений [8]. Еще одним рычагом в управлении ростом и развитием растений являются регуляторы роста, которые при незначительных затратах способны повышать устойчивость растений к неблагоприятным факторам окружающей среды и повышать урожайность [6].

В Республике Беларусь в лаборатории микроэлементов Института почвоведения и агрохимии разработаны и зарегистрированы различные марки жидких микроудобрений МикроСтим с биостимулятором (гидрогумат) [9]. Изучение влияния данных микроудобрений на урожайность и качество продукции при возделывании сельскохозяйственных культур является весьма актуальным для продвижения отечественных микроудобрений на рынок и импортозамещения.

*The article presents the results of a study of the impact on yield and quality of root crops of beetroot of Belarusian microfertilizers MicroStim, Ecosil growth regulator, Polish microfertilizer Ekolist Bor. It has been established that the use of the micronutrients under study contributes to an increase in the yield of table beet root crops, as well as to the content of dry matter and sugars in them.*

Цель исследований – изучить влияние систем удобрения на динамику нарастания площади листовой поверхности посевов, урожайность и качество корнеплодов свеклы столовой на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве.

## Методика и объекты исследований

Исследования со столовой свеклой сорта Гаспадыня проводили в 2018–2019 гг. на территории УНЦ «Опытные поля БГСХА» на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, развивающейся на легком лессовидном суглинке, подстилаемом с глубины около 1 м моренным суглинком.

Гаспадыня – это среднеспелый сорт столовой свеклы, односторонний, выведен в РУП «Институт овощеводства». Вегетационный период составляет 85–115 дней. Потенциальная урожайность корнеплодов – более 60 т/га. Товарность – 95 %. Корнеплоды округлые и округло-плоские, массой 220–420 г, окраска поверхности корнеплода бордовая, кольцеватость слабовыраженная. Вкусовые качества высокие, сорт среднеустойчив к поражению церкоспорозом и пероноспорозом. Предназначен для потребления в свежем виде, переработки и хранения. Лежкость – 82–86 %, сорт включен в Госреестр Республики Беларусь по всем областям с 2010 г. [4].

По агрохимическим показателям почва опытного участка характеризовалась низким и средним содержанием гумуса (1,2–1,7 %), слабокислой и близкой к нейтральной реакцией почвенной среды ( $pH_{KCl} = 5,5–6,1$ ), повышенным содержанием подвижных форм фосфора (208,7–265,5 мг/кг почвы) и калия (293,5–295,0 мг/кг почвы), средним содержанием подвижных форм меди и низким и средним содержанием цинка (1,54–1,71 и 1,53–3,75 мг/кг почвы соответственно).

В опытах применяли удобрения: карбамид (46 % N), суперфосфат аммонизированный (42 %  $P_2O_5$ , 10 % N), хлорид калия (60 %  $K_2O$ ); Эколист Бор (150 г/л бора) (Польша); МикроСтим В (150 г/л бора, 0,6–8,0 г/л гуматов, 50 г/л N), МикроСтим Си (78 г/л меди, 0,6–5,0 г/л гуматов, 65 г/л N), МикроСтим В, Си (40 г/л бора, 40 г/л меди, 0,6–6,0 г/л гуматов, 65 г/л N), регулятор роста Экосил (50 г/л тритерпеновых кислот) (Беларусь).

Минеральные удобрения (карбамид, аммонизированный суперфосфат и хлорид калия) вносили до сева в один прием под культивацию.

Некорневую подкормку микроудобрениями Эколист Бор и МикроСтим В проводили в дозе 2 л/га в фазе начала формирования корнеплода, повторно – через месяц в той же дозе. МикроСтим Си и МикроСтим В, Си применяли в дозах 1 и 2 л/га соответственно в той же фазе развития столовой свеклы с повторным внесением в тех же дозах через месяц после первой обработки. Регулятор роста Экосил применяли двукратно в дозе 50 мл/га в фазе 8–10 листьев и повторно через 15 дней.

Определение сухого вещества проводили методом высушивания до постоянной массы по ГОСТ 28561–90, содержание сахаров – по Бертрану ГОСТ 8756,13–87, нитратов – количественным ионометрическим методом по ГОСТ 29270–95. Площадь листьев определяли по методике Н. Ф. Коняева [10]. Учет урожая корнеплодов проводили сплошным поделяночным методом путем взвешивания корнеплодов. Статистическая обработка результатов исследований проведена по Б. А. Доспехову [11] и М. Ф. Дембицкому [12].

Общая площадь делянки – 14,4 м<sup>2</sup>, учетная – 10,8 м<sup>2</sup>, повторность опыта четырехкратная. Предшественник – картофель. Посев однострочный, на ровной поверхности с междурядьем 45 см, норма высева – 12 кг/га. Срок сева – I декада мая. Агротехника возделывания – общепринятая для Беларуси.

Система защиты посевов столовой свеклы от болезней, вредителей и сорняков включала в себя следующие мероприятия: 1-я химпрополка – Пирамин турбо в норме расхода 2 л/га через 3 дня после сева; 2-я химпрополка – Пирамин турбо, 1,5 л/га + Бельведер форте, 0,7 л/га через 10 дней после первой обработки; 3-я химпрополка – Пирамин турбо, 1 л/га + Бельведер форте, 0,7 л/га при появлении семядолей сорняков; 4-я химпрополка – Бельведер форте, 0,7 л/га при появлении семядолей сорняков. Против злаковых сорняков применяли граминцид Фюзилад форте в норме расхода 1 л/га однократно при появлении всходов проса куриного независимо от фазы развития свеклы. Против

вредителей (свекловичные блошки) и церкоспороза применяли инсектицид Фаскорд, 0,1 л/га в смеси с фунгицидом Прозаро, 0,6 л/га в фазе 4–6 листьев. Применяемая система защиты столовой свеклы от вредных организмов способствовала формированию здорового листового аппарата растений, практически полному отсутствию сорняков в посевах, что благоприятно сказалось на урожайности корнеплодов.

### Результаты исследований и их обсуждение

В начальный период роста площадь листовой поверхности у растений столовой свеклы существенно не отличалась по вариантам кроме контроля, где этот показатель был самым низким и составил 53,3 см<sup>2</sup> (таблица 1). В фазе начала формирования корнеплода до проведения некорневых подкормок микроудобрениями с возрастанием доз минеральных удобрений соответственно возрастала площадь листовой поверхности растений. В фазе технической спелости все изучаемые микроудобрения и регулятор роста Экосил на фоне N<sub>90</sub>P<sub>80</sub>K<sub>130</sub> способствовали увеличению площади листовой поверхности на 62,3–182,8 см<sup>2</sup>. Наибольшая площадь листьев у растений свеклы была в варианте N<sub>100</sub>P<sub>90</sub>K<sub>140</sub> + МикроСтим В, Си – 1245,7 см<sup>2</sup>, что обеспечивало максимальную урожайность корнеплодов в этом варианте опыта. К моменту уборки площадь листовой поверхности во всех вариантах уменьшилась из-за естественного отмирания старых нижних листьев у растений свеклы.

За 2018–2019 гг. исследований средняя урожайность корнеплодов столовой свеклы в варианте без удобрений составила 20,3 т/га (таблица 2). Применение минеральных удобрений в дозе N<sub>70</sub>P<sub>60</sub>K<sub>100</sub> и N<sub>90</sub>P<sub>80</sub>K<sub>130</sub> обеспечивало прибавку урожая корнеплодов 18,8 и 24,4 т/га соответственно по отношению к контролю. Окупаемость 1 кг NPK кг корнеплодов в этих вариантах составила 82 и 81 кг соответственно.

Некорневая подкормка посевов свеклы микроудобрениями Эколист В и МикроСтим В на фоне N<sub>90</sub>P<sub>80</sub>K<sub>130</sub> повышала урожайность корнеплодов на 5,4 и 6,1 т/га при окупаемости 1 кг NPK 99 и 102 кг корнеплодов соответственно. Белорусское микроудобрение МикроСтим В

**Таблица 1 – Влияние макро-, микроудобрений и регуляторов роста на динамику площади листовой поверхности растений столовой свеклы (среднее, 2018–2019 гг.)**

Вариант	Площадь листовой поверхности одного растения, см <sup>2</sup>			
	3–4 листа	начало формирования корнеплода	техническая спелость	уборка
1. Контроль (без удобрений)	53,3	598,1	705,2	675,9
2. N <sub>70</sub> P <sub>60</sub> K <sub>100</sub>	73,9	659,9	797,5	764,7
3. N <sub>90</sub> P <sub>80</sub> K <sub>130</sub> – фон	73,0	679,1	1062,9	995,6
4. Фон + Эколист В	73,1	675,2	1176,2	1081,1
5. Фон + МикроСтим В	72,8	678,6	1192,7	1054,4
6. Фон + МикроСтим Си	72,9	679,3	1128,9	1028,2
7. Фон + МикроСтим В, Си	72,9	681,3	1198,6	1017,1
8. Фон + Экосил	74,6	683,1	1125,2	1025,4
9. N <sub>100</sub> P <sub>90</sub> K <sub>140</sub> + МикроСтим В, Си	74,6	701,9	1245,7	1096,1
НСР <sub>05</sub>	3,3	21,0	42,0	38,3

**Таблица 2 – Влияние макро-, микроудобрений и регуляторов роста на урожайность корнеплодов столовой свеклы**

Вариант	Урожайность, т/га			Прибавка урожая, т/га		Окупаемость 1 кг NPK, кг корнеплодов
	2018 г.	2019 г.	среднее	к контролю	к фону	
1. Контроль (без удобрений)	17,4	23,3	20,3	–	–	–
2. N <sub>70</sub> P <sub>60</sub> K <sub>100</sub>	37,7	40,5	39,1	18,8	–	82
3. N <sub>90</sub> P <sub>80</sub> K <sub>130</sub> – фон	42,6	46,9	44,7	24,4	–	81
4. Фон + Эколист В	49,6	50,7	50,1	29,8	5,4	99
5. Фон + МикроСтим В	49,9	51,8	50,8	30,5	6,1	102
6. Фон + МикроСтим Си	45,9	53,9	49,9	29,6	5,2	99
7. Фон + МикроСтим В, Си	51,5	53,8	52,7	32,4	8,0	108
8. Фон + Экосил	46,2	52,5	49,3	29,0	4,6	97
9. N <sub>100</sub> P <sub>90</sub> K <sub>140</sub> + МикроСтим В, Си	53,6	56,0	54,8	34,5	–	105
НСР <sub>05</sub>	2,3	2,1	1,6	–	–	–

**Таблица 3 – Влияние макро-, микроудобрений и регуляторов роста на показатели качества корнеплодов столовой свеклы (среднее, 2018–2019 гг.)**

Вариант	Товарность, %	Сухое вещество, %	Сахара, %	Нитраты, мг/кг сырой массы	
				2018 г.	2019 г.
1. Контроль (без удобрений)	66,0	14,7	10,7	882	645
2. N <sub>70</sub> P <sub>60</sub> K <sub>100</sub>	84,2	13,7	11,3	1078	870
3. N <sub>90</sub> P <sub>80</sub> K <sub>130</sub> – фон	88,4	15,3	12,1	1341	1025
4. Фон + Эколист В	92,8	16,5	13,6	1209	913
5. Фон + МикроСтим В	94,6	16,1	13,4	1237	865
6. Фон + МикроСтим Си	90,6	15,9	12,8	1261	898
7. Фон + МикроСтим В, Си	92,7	17,1	14,9	1242	753
8. Фон + Экосил	90,2	15,7	13,3	1171	772
9. N <sub>100</sub> P <sub>90</sub> K <sub>140</sub> + МикроСтим В, Си	92,7	17,3	15,6	1354	923
НСР <sub>05</sub>	2,6	0,5	0,6	58	39

по влиянию на урожайность корнеплодов не уступало польскому микроудобрению Эколист В, и поэтому оно может быть использовано для импортозамещения, так как дешевле польского.

Обработка посевов микроудобрением с регулятором роста МикроСтим Си на фоне N<sub>90</sub>P<sub>80</sub>K<sub>130</sub> обеспечило прибавку урожая 5,2 т/га с окупаемостью 1 кг NPK 99 кг корнеплодов.

Микроудобрение с регулятором роста МикроСтим В, Си на фоне N<sub>90</sub>P<sub>80</sub>K<sub>130</sub> и N<sub>100</sub>P<sub>90</sub>K<sub>140</sub> обеспечивало урожайность на уровне 52,7 и 54,8 т/га с окупаемостью 1 кг NPK 108 и 105 кг корнеплодов соответственно. Таким образом, на фоне N<sub>90</sub>P<sub>80</sub>K<sub>130</sub> некорневые подкормки медными и борными микроудобрениями по действию на урожайность корнеплодов были равнозначными. Максимальная урожайность корнеплодов достигалась внесением борно-медных микроудобрений.

Применение регулятора роста Экосил в посевах свеклы на фоне N<sub>90</sub>P<sub>80</sub>K<sub>130</sub> повышало урожайность корнеплодов на 4,6 т/га, а окупаемость 1 кг NPK составила 97 кг корнеплодов.

Минимальная доля товарных корнеплодов была отмечена в варианте без удобрений – 66 % (таблица 3). Одностороннее применение минеральных удобрений, а также их сочетание с обработкой посевов микроудобрениями и регулятором роста способствовало значительно повышению выхода товарных корнеплодов в доле урожая.

Так, по сравнению с контролем внесение минеральных удобрений в дозах N<sub>70</sub>P<sub>60</sub>K<sub>100</sub> и N<sub>90</sub>P<sub>80</sub>K<sub>130</sub> увеличивало выход товарных корнеплодов на 18,2 и 22,4 % – с 66,0 % до 84,2 и 88,4 % соответственно.

Микроудобрения Эколист В и МикроСтим В на фоне N<sub>90</sub>P<sub>80</sub>K<sub>130</sub> повышали товарность корнеплодов свеклы на 4,4 и 6,2 % соответственно.

В вариантах с применением микроудобрения МикроСтим Си и регулятора роста Экосил на фоне N<sub>90</sub>P<sub>80</sub>K<sub>130</sub> не отмечено увеличения товарности корнеплодов столовой свеклы.

Обработка посевов свеклы микроудобрением МикроСтим В, Си на фоне N<sub>90</sub>P<sub>80</sub>K<sub>130</sub> и N<sub>100</sub>P<sub>90</sub>K<sub>140</sub> повышало товарность корнеплодов на 4,3 %.

В среднем за 2018–2019 гг. исследований содержание сухого вещества в корнеплодах столовой свеклы по вариантам опыта составляло от 13,7 до 17,3 %. В варианте без удобрений этот показатель находился на уровне 14,7 %. При внесении  $N_{70}P_{60}K_{100}$  происходило снижение содержания сухого вещества на 1 %. При повышении уровня минерального питания до  $N_{90}P_{80}K_{130}$  процент сухого вещества возрастал на 0,6 %.

На фоне  $N_{90}P_{80}K_{130}$  обработка посевов микроудобрениями Эколист В, МикроСтим В, МикроСтим Си, МикроСтим В, Си повышала содержание сухого вещества в корнеплодах столовой свеклы на 1,2 %, 0,8, 0,6 и 1,8 % соответственно.

Применение регулятора роста Экосил на фоне  $N_{90}P_{80}K_{130}$  не оказывало существенного влияния на содержание сухого вещества в корнеплодах.

Наибольшее содержание сухого вещества в корнеплодах столовой свеклы (17,3 %) было отмечено при применении микроудобрения МикроСтим В, Си на фоне  $N_{100}P_{90}K_{140}$ .

Содержание сахаров в корнеплодах свеклы в варианте без удобрений было самым низким в опыте – 10,7 %. Внесение минеральных удобрений в дозе  $N_{70}P_{60}K_{100}$  увеличивало содержание сахаров в корнеплодах на 0,6 %, а  $N_{90}P_{80}K_{130}$  – на 1,4 %.

Некорневая подкормка микроудобрениями Эколист В и МикроСтим В на фоне  $N_{90}P_{80}K_{130}$  увеличивала содержание сахаров на 1,5 и 1,3 % соответственно.

Обработка посевов свеклы микроудобрениями МикроСтим Си и МикроСтим В, Си на фоне  $N_{90}P_{80}K_{130}$  увеличивала содержание сахаров в корнеплодах на 0,7 и 2,8 % соответственно.

Применение регулятора роста Экосил на фоне  $N_{90}P_{80}K_{130}$  повышало содержание сахаров на 1,2 %.

Наибольшее содержание сахаров в корнеплодах столовой свеклы было в варианте  $N_{100}P_{90}K_{140}$  + МикроСтим В, Си – 15,6 %.

За период исследований в 2018–2019 гг. уровень содержания нитратов в корнеплодах столовой свеклы не превышал ПДК, значение которого для столовой свеклы составляет 1400 мг/кг сырой массы.

В 2018 г. содержание нитратов в корнеплодах было выше, чем в 2019 г. В среднем за годы исследований минимальное содержание нитратов в корнеплодах было отмечено в варианте без удобрений – 764 мг/кг сырой массы. Применение минеральных удобрений в дозах  $N_{70}P_{60}K_{100}$  и  $N_{90}P_{80}K_{130}$  повышало содержание нитратов по отношению к контролю на 196 и 459 мг/кг в 2018 г. и на 225 и 380 мг/кг в 2019 г.

Применение микроудобрений для некорневых подкормок и регулятора роста Экосил на фоне  $N_{90}P_{80}K_{130}$  снижало содержание нитратов в корнеплодах на 80–170 мг/кг сырой массы в 2018 г. и на 112–272 – в 2019 г.

## Выводы

1. Применение микроудобрений и регулятора роста существенно увеличивало площадь листовой поверхности растений столовой свеклы к фазе технической спелости и к моменту уборки.
2. Наибольшая площадь листовой поверхности одного растения столовой свеклы в фазе технической

спелости (1198,6 и 1245,7 см<sup>2</sup>) отмечена в вариантах  $N_{90}P_{80}K_{130}$  + МикроСтим В, Си и  $N_{100}P_{90}K_{140}$  + МикроСтим В, Си, что и обеспечило наиболее высокую урожайность корнеплодов (52,7 и 54,8 т/га) в этих вариантах опыта.

3. Некорневая подкормка посевов столовой свеклы микроудобрением МикроСтим В, Си на фоне  $N_{100}P_{90}K_{140}$  способствовала получению урожайности корнеплодов 54,8 т/га с наибольшим содержанием сухого вещества и сахаров – 17,3 и 15,6 % соответственно при окупаемости 1 кг NPK 105-ю кг корнеплодов.
4. Микроудобрение МикроСтим В на фоне  $N_{90}P_{80}K_{130}$  обеспечивало наибольшую товарность корнеплодов – 94,6 %.
5. Изучаемые системы удобрения с применением микроудобрений и регулятора роста Экосил не вызывали повышения содержания нитратов в корнеплодах столовой свеклы свыше ПДК.

## Литература

1. Царева, М. В. Факторы экологизации интенсивных технологий возделывания овощных культур и получения качественной продукции / М. В. Царева // Экологический мониторинг, моделирование и проектирование в условиях природных, городских и агроэкосистем: сб. материалов Московской междунар. летней экологич. школы MOSES-2015, Москва, 1–11 июля 2015 г. / РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева; редкол.: И. И. Васенева [и др.]. – М.: ООО «Скрипта манент», 2015. – С. 181–183.
2. Современные технологии в овощеводстве / А. А. Аутко [и др.]; под ред. А. А. Аутко. – Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т овощеводства. – Минск: Беларус. навука, 2012. – 490 с.
3. Рынок овощей «борщового набора» / Т. Кучеренко // Овощеводство. – 2011. – № 12 (84). – С. 34–40.
4. Аутко, А. А. Концепция развития овощеводства в Республике Беларусь на период до 2015 года / А. А. Аутко, Н. П. Купренко // Овощеводство: сб. науч. тр. / РУП Ин-т овощеводства НАН Беларуси; редкол.: А. А. Аутко (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2010. – Т. 17. – С. 7–19.
5. Сельское хозяйство Республики Беларусь. Статистический сборник / Национальный статистический комитет Республики Беларусь; редкол.: И. В. Медведева [и др.]. – Минск, 2018. – 235 с.
6. Оптимизация системы удобрения сельскохозяйственных культур при комплексном применении макро-, микроудобрений, регуляторов роста и бактериальных препаратов: рекомендации / И. Р. Вильдфлуш [и др.]. – Горки: БГСХА, 2017. – 34 с.
7. Микроэлементы в сельском хозяйстве / С. Ю. Булыгин [и др.]; под ред. С. Ю. Булыгина. – 3-е изд. – Днепропетровск: Січ, 2007. – 100 с.
8. Современные ресурсосберегающие технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси: сб. науч. материалов / Ф. И. Привалов [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2007. – 448 с.
9. Эффективность некорневых подкормок жидкими микроудобрениями МикроСтим при возделывании сельскохозяйственных культур на дерново-подзолистых почвах / М. В. Рак [и др.] // Почвоведение и агрохимия. – 2018. – № 1 (60). – С. 180–192.
10. Литвинов, С. С. Методика полевого опыта в овощеводстве / С. С. Литвинов. – М., 2011. – 650 с.
11. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М., 1985. – 235 с.
12. Дзямібці, М. Ф. Асаблівасці дысперсійнага аналізу вынікаў шматгадовага палявога доследу / М. Ф. Дзямібці // Вес. Нац. акад. аграрных навук Беларусі. – 1994. – № 3 – С. 60–64.