

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МИКРОУДОБРЕНИЙ И РЕГУЛЯТОРА РОСТА ЭКОСИЛ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ СТОЛОВОЙ СВЕКЛЫ НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ЛЕГКОСУГЛИНИСТОЙ ПОЧВЕ

И. Р. Вильдфлуш, Н. Э. Хизанейшвили

*Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,
г. Горки, Беларусь*

ВВЕДЕНИЕ

Некорневое питание растений заслуживает особого внимания, так как установлено, что при определенных условиях листья растений по усваивающей способности значительно превосходят корневую систему. Элементы питания после попадания на листовую поверхность способны поглощаться за несколько часов, в то время как при корневом питании этот процесс протекает значительно дольше (дни, недели). Листьями растений может потребляться более 90 % микроэлементов, нанесенных на их поверхность, а корневая система способна извлечь около 3 % доступных форм микроэлементов из почвы. Несмотря на низкие дозы, проведение некорневых подкормок микроудобрениями позволяет оперативно регулировать минеральное питание растений [1].

Исследованиями установлено, что обработка растений по листу микроэлементами в сочетании с регуляторами роста способствует активизации гормональной системы растений, повышается устойчивость к абиотическим факторам окружающей среды, раскрывается генетический потенциал сельскохозяйственных культур, улучшается фосфорный, углеводный обмен, повышается продуктивность фотосинтеза, что, в совокупности способствует повышению урожайности и качества продукции растениеводства [2].

Применение комплексных препаратов на основе микроэлементов и регуляторов роста, несомненно, представляет значительный научно-практический интерес [3]. Примером таких препаратов являются отечественные микроудобрения МикроСтим, разработанные в РУП «Институт почвоведения и агрохимии». Эффективность их применения на овощных культурах, в особенности на столовой свекле, недостаточно изучена. Поэтому цель исследований заключалась в изучении влияния некорневых подкормок микроудобрениями МикроСтим при возделывании столовой свеклы на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Полевые опыты с белорусским сортом столовой свеклы Гаспадыня проводились в 2018–2020 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.

В качестве минеральных удобрений для основного внесения применялись: карбамид (46 % N), суперфосфат аммонизированный (42 % P₂O₅, 10 % N), калий

хлористый (60 % K_2O). В качестве микроудобрений применяли МикроСтим-Бор (50 г/л N, 150 г/л В), МикроСтим-Бор,Медь (65 г/л N, 40 г/л Cu, 40 г/л В), МикроСтим-Медь (65 г/л N, 78 г/л Cu), которые разработаны в РУП «Институт почвоведения и агрохимии, Эколист Бор (150 г/л В) и регулятор роста Экосил (50 г/л тритерпеновых кислот).

Регулятор роста Экосил вносили в фазу 8–10 листьев в дозе 50 мл/га и повторно через 15 дней в такой же дозе; Микроудобрения МикроСтим и Эколист Бор – дважды (2 л/га в фазу начала образования корнеплода и 2 л/га через месяц после первой обработки).

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. Учет урожая корнеплодов проводился сплошным поделяночным методом путем взвешивания корнеплодов. Статистическую обработку полученных результатов опыта проводили по методике Б. А. Доспехова [4] и М. Ф. Дембицкого [5].

По агрохимическим показателям почва характеризовалась низким и средним содержанием гумуса (1,2–1,8 %), слабокислой и близкой к нейтральной реакцией почвенной среды ($pH_{KCl} = 5,5–6,1$), повышенным содержанием подвижных форм фосфора (209,0–266 мг/кг почвы) и калия (294–295,0 мг/кг почвы), средним содержанием подвижных форм меди (1,54–1,71 мг/кг почвы), низким и средним содержанием подвижного цинка (1,53–3,75 мг/кг почвы).

Общая площадь делянки составляла 14,4 м², учетная – 10,8 м², повторность опыта четырехкратная. Предшественник – картофель. Посев проводили с шириной междурядий 45 см на ровной поверхности в 1 декаде мая. Весовая норма высева составляла 12 кг/га. Агротехника возделывания – общепринятая для Беларуси [6]. В период вегетации свеклы столовой также проводились мероприятия по химической защите посевов от вредителей, болезней и сорной растительности.

Метеорологические условия в 2018–2020 гг. были различными. Вегетационный период 2018 года характеризовался температурой выше климатической нормы в сочетании с дефицитом влаги в весенние месяцы и в середине лета. Вегетационный период 2019 года протекал с колебаниями погодных условий: в первой половине лета отмечался дефицит осадков и повышенная температура воздуха, во второй же половине лета наступила холодная погода и затяжные дожди. Вегетационный период 2020 года, наоборот, отличался температурой ниже климатической нормы с избыточным увлажнением. Тем не менее, несмотря на сложившиеся погодные условия, урожайность свеклы столовой была на достаточно высоком уровне.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В фазу 3–4 листьев площадь листовой поверхности у растений столовой свеклы была наименьшей в варианте без внесения удобрений – 51,9 см², в то время как в других вариантах опыта этот показатель был более 65 см² без значительных изменений между вариантами (табл. 1). К фазе начала формирования корнеплода площадь листьев у растений столовой свеклы возрастала более чем в

10 раз. Наиболее существенные различия между вариантами опыта проявлялись в фазу технической спелости корнеплодов. Так, максимальная площадь листовой поверхности у свеклы столовой была в варианте $N_{100}P_{90}K_{140}$ + МикроСтим-Бор, Медь – 1284,0 см². На фоне $N_{90}P_{80}K_{130}$ двукратная обработка посевов свеклы микроудобрениями Эколист Бор и МикроСтим-Бор способствовала увеличению площади листьев на 146,3 и 150,4 см², МикроСтим-Медь и МикроСтим-Бор, Медь – на 103,9 и 153,6 см² соответственно. От применения регулятора роста Экосил площадь листьев возрастала на 112,1 см².

Таблица 1

Влияние микроудобрений МикроСтим и регулятора роста Экосил на динамику площади листовой поверхности растений столовой свеклы, среднее за 2018–2020 гг.

| Вариант опыта | Площадь листовой поверхности одного растения, см ² | | | |
|---|---|--------------------------------|----------------------|--------|
| | 3–4 листа | начало формирования корнеплода | техническая спелость | уборка |
| 1. Контроль (без удобрений) | 51,9 | 633,9 | 801,2 | 733,8 |
| 2. $N_{90}P_{80}K_{130}$ – фон | 65,3 | 723,3 | 1079,4 | 1033,8 |
| 3. Фон + Эколист Бор | 65,9 | 718,5 | 1225,7 | 1143,0 |
| 4. Фон + МикроСтим-Бор | 65,4 | 723,4 | 1229,8 | 1107,1 |
| 5. Фон + МикроСтим-Медь | 65,0 | 727,8 | 1183,3 | 1101,0 |
| 6. Фон + МикроСтим-Бор, Медь | 65,1 | 728,1 | 1233,0 | 1104,0 |
| 7. Фон + Экосил | 66,9 | 725,9 | 1191,5 | 1105,4 |
| 8. $N_{100}P_{90}K_{140}$ + МикроСтим-Бор, Медь | 65,9 | 745,4 | 1284,0 | 1159,8 |
| НСП ₀₅ | 3,29 | 26,36 | 51,36 | 42,08 |

За годы исследований средняя урожайность корнеплодов столовой свеклы в варианте без удобрений была наименьшей и составила 23,8 т/га (табл. 2). Применение минеральных удобрений в дозе $N_{90}P_{80}K_{130}$ обеспечивало прибавку урожайности корнеплодов 22,2 т/га. Окупаемость 1 кг NPK кг корнеплодов в этом варианте составила 74 кг.

Некорневая подкормка посевов свеклы микроудобрениями Эколист Бор и МикроСтим-Бор на фоне $N_{90}P_{80}K_{130}$ повышала урожайность корнеплодов на 4,8 и 5,4 т/га при окупаемости 1 кг NPK 90 и 92 кг корнеплодов соответственно. Применение микроудобрения МикроСтим-Бор по влиянию на урожайность корнеплодов не уступало польскому микроудобрению Эколист Бор, и поэтому оно может быть использовано для импортозамещения, так как дешевле польского. Обработка посевов микроудобрением с регулятором роста МикроСтим-Медь на фоне $N_{90}P_{80}K_{130}$ обеспечило прибавку урожая 4,1 т/га с окупаемостью 1 кг NPK 88 кг корнеплодов. Таким образом, на фоне $N_{90}P_{80}K_{130}$ некорневые подкормки медными и борными микроудобрениями по действию на урожайность корнеплодов были равнозначными.

Максимальная урожайность корнеплодов достигалась внесением борно-медных микроудобрений – микроудобрение с регулятором роста МикроСтим-Бор, Медь

на фоне $N_{90}P_{80}K_{130}$ и $N_{100}P_{90}K_{140}$ обеспечивало урожайность на уровне 52,8 и 55,7 т/га соответственно с окупаемостью 1 кг NPK 97 кг корнеплодов.

Применение регулятора роста Экосил в посевах свеклы на фоне $N_{90}P_{80}K_{130}$ повышало урожайность корнеплодов на 4,1 т/га, а окупаемость 1 кг NPK составила 88 кг корнеплодов.

Таблица 2

Влияние микроудобрений МикроСтим и регулятора роста Экосил на урожайность столовой свеклы, среднее за 2018–2020 гг.

| Вариант опыта | Урожайность, т/га | | | | Прибавка, т/га | | Окупаемость 1 кг NPK, кг корнеплодов |
|--|-------------------|------|------|---------|----------------|--------|--------------------------------------|
| | 2018 | 2019 | 2020 | среднее | к контролю | к фону | |
| 1. Контроль (без удобрений) | 17,4 | 23,3 | 30,7 | 23,8 | – | – | – |
| 2. $N_{90}P_{80}K_{130}$ – фон | 42,6 | 46,9 | 48,5 | 46,0 | 22,2 | – | 74 |
| 3. Фон + Эколист Бор | 49,6 | 50,7 | 52,3 | 50,8 | 27,0 | 4,8 | 90 |
| 4. Фон + МикроСтим-Бор | 49,9 | 51,8 | 52,7 | 51,4 | 27,6 | 5,4 | 92 |
| 5. Фон + МикроСтим-Медь | 45,9 | 53,9 | 50,5 | 50,1 | 26,3 | 4,1 | 88 |
| 6. Фон + МикроСтим-Бор,Медь | 51,5 | 53,8 | 53,2 | 52,8 | 29,0 | 6,8 | 97 |
| 7. Фон + Экосил | 46,2 | 52,5 | 51,8 | 50,1 | 26,3 | 4,1 | 88 |
| 8. $N_{100}P_{90}K_{140}$ + МикроСтим-Бор,Медь | 53,6 | 56,0 | 57,6 | 55,7 | 31,9 | – | 97 |
| НСР ₀₅ | 1,94 | 2,30 | 1,63 | 1,70 | – | – | – |

Применение макро- и микроудобрений значительно повышало выход товарных корнеплодов (табл. 3). В сравнении с вариантом без удобрений внесение $N_{90}P_{80}K_{130}$ увеличивало товарность корнеплодов на 20 % с 68,6 % до 88,6 %.

Таблица 3

Влияние микроудобрений МикроСтим и регулятора роста Экосил на качественные показатели корнеплодов столовой свеклы, среднее за 2018–2020 гг.

| Вариант опыта | Товарность, % | Средняя масса корнеплода, г | Сухое вещество, % | Сахара, % | Нитраты, мг/кг сырой массы | | |
|--|---------------|-----------------------------|-------------------|-----------|----------------------------|------|------|
| | | | | | 2018 | 2019 | 2020 |
| 1. Контроль (без удобрений) | 68,6 | 107 | 14,0 | 10,4 | 882 | 645 | 101 |
| 2. $N_{90}P_{80}K_{130}$ – фон | 88,6 | 195 | 14,7 | 11,8 | 1341 | 1025 | 339 |
| 3. Фон + Эколист Бор | 92,6 | 240 | 16,1 | 13,2 | 1209 | 913 | 172 |
| 4. Фон + МикроСтим-Бор | 94,1 | 249 | 15,9 | 13,2 | 1237 | 865 | 152 |
| 5. Фон + МикроСтим-Медь | 90,5 | 226 | 15,7 | 12,8 | 1261 | 898 | 151 |
| 6. Фон + МикроСтим-Бор,Медь | 93,2 | 241 | 17,2 | 14,4 | 1242 | 753 | 117 |
| 7. Фон + Экосил | 90,4 | 215 | 15,3 | 12,8 | 1171 | 772 | 86 |
| 8. $N_{100}P_{90}K_{140}$ + МикроСтим-Бор,Медь | 93,3 | 262 | 17,4 | 15,3 | 1354 | 923 | 276 |
| НСР ₀₅ | 2,71 | 10,1 | 0,65 | 0,68 | 57,8 | 38,9 | 51,8 |

Микроудобрения Эколист Бор и МикроСтим-Бор на фоне $N_{90}P_{80}K_{130}$ повышали товарность корнеплодов свеклы столовой на 4,0 и 5,5 % соответственно.

В вариантах с применением микроудобрения МикроСтим-Медь и регулятора роста Экосил на фоне $N_{90}P_{80}K_{130}$ не было отмечено увеличение товарности корнеплодов столовой свеклы.

Обработка посевов свеклы микроудобрением МикроСтим-Бор,Медь на фоне $N_{90}P_{80}K_{130}$ повышало товарность корнеплодов на 4,6 % с 88,6 до 93,2 %.

Внесение минеральных удобрений в дозе $N_{90}P_{80}K_{130}$ по сравнению с вариантом без удобрений способствовало увеличению средней массы корнеплода на 88 г (со 107 до 195 г). Все изучаемые микроудобрения, в том числе регулятор роста Экосил по сравнению с фоном оказывали положительное влияние на значение средней массы корнеплода. Наибольшей средняя масса корнеплода столовой свеклы была в варианте $N_{100}P_{90}K_{140}$ + МикроСтим-Бор,Медь – 262 г.

В среднем за 2018–2020 гг. исследований содержание сухого вещества в корнеплодах столовой свеклы по вариантам опыта составляло от 14,0 до 17,4 %. В варианте без удобрений этот показатель находился на уровне 14,0 %. От применения минеральных удобрений в дозе $N_{90}P_{80}K_{130}$ процент сухого вещества возрастал на 0,7 % до 14,7 %.

На фоне $N_{90}P_{80}K_{130}$ обработка посевов микроудобрениями Эколист Бор, МикроСтим-Бор, МикроСтим-Медь, МикроСтим-Бор,Медь повышала содержание сухого вещества в корнеплодах столовой свеклы на 1,4, 1,2, 1,0 и 2,5 % 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 (17,4 %) было отмечено при применении микроудобрения МикроСтим-Бор,Медь на фоне $N_{100}P_{90}K_{140}$.

Минеральные удобрения оказывали положительное влияние на накопление сахаров растениями свеклы столовой. Внесение $N_{90}P_{80}K_{130}$ по сравнению с вариантом без удобрений увеличивало содержание сахаров в корнеплодах на 1,4 % с 10,4 до 11,8 %.

Некорневая подкормка микроудобрениями Эколист Бор и МикроСтим-Бор на фоне $N_{90}P_{80}K_{130}$ увеличивала содержание сахаров на 1,4 %.

Обработка посевов свеклы микроудобрениями МикроСтим-Медь и МикроСтим-Бор,Медь на фоне $N_{90}P_{80}K_{130}$ повышала содержание сахаров в корнеплодах на 1,0 и 2,6 % соответственно.

Применение регулятора роста Экосил на фоне $N_{90}P_{80}K_{130}$ повышало содержание сахаров на 1,0 %.

Наибольшее содержание сахаров в корнеплодах столовой свеклы было в варианте $N_{100}P_{90}K_{140}$ + МикроСтим-Бор,Медь – 15,3 %.

За период исследований в 2018–2020 гг. уровень содержания нитратов в корнеплодах столовой свеклы не превышал ПДК, т. е. 1400 мг/кг сырой массы.

Установлено, что в ботве столовой свеклы содержание азота, фосфора, калия было большим, чем в корнеплодах (табл. 4). При внесении минеральных удобрений в дозе $N_{90}P_{80}K_{130}$ по сравнению с вариантом без удобрений в ботве увеличивалось содержание азота на 0,83 %, а калия снижалось на 1,31 %, содержание фосфора не изменялось, при этом в ботве содержание азота увеличивалось на 0,34 %, а содержание фосфора и калия не изменялось.

Таблица 4

Влияние микроудобрений МикроСтим и регулятора роста Экосил на содержание в ботве (в числителе) и корнеплодах (в знаменателе) столовой свеклы элементов питания и их вынос, среднее за 2018–2020 гг.

| Вариант опыта | Содержание макро- (%) и микроэлементов (мг/кг) на сухое вещество | | | | | |
|---|--|-------------------------------|------------------|--------------|--------------|---------------|
| | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | Cu | Zn | Mn |
| 1. Контроль (без удобрений) | <u>2,06</u> | <u>0,97</u> | <u>5,65</u> | <u>7,74</u> | <u>18,35</u> | <u>165,88</u> |
| | 1,01 | 0,69 | 3,65 | 3,60 | 12,13 | 27,23 |
| 2. N ₉₀ P ₈₀ K ₁₃₀ – фон | <u>2,89</u> | <u>0,99</u> | <u>4,34</u> | <u>8,27</u> | <u>21,82</u> | <u>179,03</u> |
| | 1,35 | 0,65 | 3,71 | 4,73 | 12,96 | 30,34 |
| 3. Фон + Эколист Бор | <u>2,75</u> | <u>1,03</u> | <u>4,91</u> | <u>8,67</u> | <u>28,16</u> | <u>202,34</u> |
| | 1,60 | 0,79 | 3,66 | 5,54 | 15,49 | 34,02 |
| 4. Фон + МикроСтим-Бор | <u>2,71</u> | <u>0,98</u> | <u>5,36</u> | <u>8,49</u> | <u>28,97</u> | <u>215,02</u> |
| | 1,38 | 0,69 | 3,49 | 5,74 | 14,28 | 40,27 |
| 5. Фон + МикроСтим-Медь | <u>2,73</u> | <u>0,80</u> | <u>4,35</u> | <u>10,93</u> | <u>29,76</u> | <u>311,54</u> |
| | 1,29 | 0,80 | 3,68 | 7,60 | 14,98 | 39,32 |
| 6. Фон + МикроСтим-Бор,Медь | <u>2,63</u> | <u>0,77</u> | <u>5,09</u> | <u>9,33</u> | <u>32,10</u> | <u>354,38</u> |
| | 1,28 | 0,66 | 3,74 | 6,31 | 14,62 | 41,23 |
| 7. Фон +Экосил | <u>2,66</u> | <u>0,69</u> | <u>4,65</u> | <u>8,53</u> | <u>25,13</u> | <u>230,36</u> |
| | 1,55 | 0,73 | 3,65 | 5,81 | 15,25 | 29,68 |
| 8. N ₁₀₀ P ₉₀ K ₁₄₀ + МикроСтим-Бор,Медь | <u>2,65</u> | <u>0,88</u> | <u>4,46</u> | <u>9,23</u> | <u>31,62</u> | <u>326,69</u> |
| | 1,55 | 0,70 | 3,90 | 6,90 | 16,61 | 40,86 |
| НСР ₀₅ | <u>0,118</u> | <u>0,072</u> | <u>0,242</u> | <u>0,491</u> | <u>1,250</u> | <u>17,154</u> |
| | 0,075 | 0,060 | 0,237 | 0,255 | 0,789 | 1,770 |

Содержание азота в ботве свеклы столовой снижалось во всех вариантах с применением микроудобрений и регулятора роста на фоне N₉₀P₈₀K₁₃₀, но наибольшее снижение отмечено в варианте N₉₀P₈₀K₁₃₀ + МикроСтим-Бор,Медь – на 0,26 %. В корнеплодах содержание азота существенно не изменялось, кроме вариантов с обработкой посевов микроудобрением Эколист Бор и регулятором роста Экосил на фоне N₉₀P₈₀K₁₃₀, где этот показатель повышался на 0,25 и 0,2 % соответственно.

Содержание фосфора в ботве свеклы снижалось в вариантах, где применялись МикроСтим-Медь, МикроСтим-Бор,Медь и Экосил на фоне N₉₀P₈₀K₁₃₀ – на 0,19, 0,22 и 0,3 % соответственно. В корнеплодах же содержание фосфора повышалось в вариантах с применением Эколист Бор, МикроСтим-Медь и Экосил на фоне N₉₀P₈₀K₁₃₀ – на 0,14, 0,15, 0,08 % соответственно.

Содержание калия в корнеплодах в результате применения микроудобрений и регулятора роста Экосил существенно не изменялось. Однако обработка посевов свеклы микроудобрениями Эколист Бор, МикроСтим-Бор, МикроСтим-Бор,Медь и регулятором роста Экосил на фоне N₉₀P₈₀K₁₃₀ приводила к увеличению содержания калия в ботве на 0,57, 1,02, 0,75 и 0,31 % соответственно.

Очень важным показателем является содержание микроэлементов в продукции растениеводства, особенно в овощных культурах. По имеющимся данным, оптимальное содержание меди в растениеводческой продукции составляет 7–12 мг/кг сухой массы, цинка – 20–40 мг/кг, марганца – 40–70 мг/кг [7]. Отмечено,

что в ботве столовой свеклы меди, цинка накапливалось в среднем в 2, а марганца – более чем в 10 раз больше, чем в корнеплодах.

Содержание меди в корнеплодах свеклы столовой было наилучшим в варианте $N_{90}P_{80}K_{130}$ + МикроСтим-Медь – 7,6 мг/кг сухой массы. Достаточного содержания цинка в корнеплодах не было отмечено ни в одном варианте опыта, за исключением варианта $N_{100}P_{90}K_{140}$ + МикроСтим-Бор,Медь, где в корнеплодах накапливалось 16,61 мг/кг сухой массы цинка, что является наиболее близким к нижней границе оптимального значения. Высоким содержанием марганца отличались корнеплоды столовой свеклы, полученные в вариантах с обработкой посевов микроудобрениями МикроСтим-Бор и МикроСтим-Бор,Медь на фоне $N_{90}P_{80}K_{130}$ – 40,27 и 41,23 мг/кг, а также в варианте $N_{100}P_{90}K_{140}$ + МикроСтим-Бор,Медь – 40,86 мг/кг сухой массы.

Наибольшее содержание меди в ботве столовой свеклы было в варианте $N_{90}P_{80}K_{130}$ + МикроСтим-Медь – 10,93 мг/кг, цинка и марганца – в варианте $N_{90}P_{80}K_{130}$ + МикроСтим-Бор,Медь – 32,10 и 354,38 мг/кг сухой массы соответственно.

На величину значений общего выноса элементов питания влияли показатели урожайности свеклы столовой и содержание макро- и микроэлементов в корнеплодах и ботве (табл. 5).

Таблица 5

Влияние микроудобрений МикроСтим и регулятора роста Экосил на общий (в числителе) и удельный (в знаменателе) вынос элементов питания растениями столовой свеклы, среднее за 2018–2020 гг.

| Вариант опыта | Вынос макро- (кг/га, кг/т) и микроэлементов (г/га, г/т) | | | | | |
|--|---|-------------------------------|-------------------|--------------------|---------------------|-----------------------|
| | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | Cu | Zn | Mn |
| 1. Контроль (без удобрений) | <u>64</u> 2,7 | <u>37</u> 1,6 | <u>209</u> 8,8 | <u>23.3</u> 1,0 | <u>70.3</u> 2,8 | <u>351.6</u> 13,8 |
| 2. $N_{90}P_{80}K_{130}$ – фон | <u>171</u> 3,7 | <u>71</u> 1,6 | <u>371</u> 8,1 | <u>53.7</u> 1,2 | <u>148.2</u> 3,2 | <u>700.9</u> 15,2 |
| 3. Фон + Эколист Бор | <u>219</u> 4,3 | <u>98</u> 1,9 | <u>456</u> 9,0 | <u>72.0</u> 1,4 | <u>216.6</u> 4,3 | <u>942.7</u> 18,5 |
| 4. Фон + МикроСтим-Бор | <u>200</u> 3,9 | <u>88</u> 1,7 | <u>461</u> 9,0 | <u>72.9</u> 1,4 | <u>210.7</u> 4,1 | <u>1038.5</u> 20,1 |
| 5. Фон + МикроСтим-Медь | <u>184</u> 3,7 | <u>87</u> 1,7 | <u>423</u> 8,5 | <u>91.1</u> 1,8 | <u>209.9</u> 4,2 | <u>1255.6</u> 25,0 |
| 6. Фон + МикроСтим-Бор,Медь | <u>208</u> 3,9 | <u>87</u> 1,6 | <u>518</u> 9,8 | <u>87.9</u> 1,7 | <u>244.7</u> 4,6 | <u>1598.9</u> 30,2 |
| 7. Фон + Экосил | <u>200</u> 4,0 | <u>77</u> 1,5 | <u>424</u> 8,4 | <u>69.4</u> 1,4 | <u>196.8</u> 3,9 | <u>980.0</u> 19,3 |
| 8. $N_{100}P_{90}K_{140}$ + МикроСтим-Бор,Медь | <u>245</u> 4,4 | <u>99</u> 1,8 | <u>544</u> 9,8 | <u>98.1</u> 1,8 | <u>277.2</u> 5,0 | <u>1508.3</u> 27,3 |

Внесение под столовую свеклу $N_{90}P_{80}K_{130}$ по сравнению с контролем способствовало увеличению общего выноса по азоту – на 107, по фосфору – на 34, по калию – на 162 кг/га. Удельный вынос на 1 т корнеплодов и соответствующее количество побочной продукции (ботвы) по азоту увеличивался на 1,0, по ка-

лию – уменьшался на 0,7 кг, а по фосфору не изменялся. Использование борных микроудобрений Эколист Бор и МикроСтим-Бор повышало общий вынос по азоту на 48 и 29, по фосфору – на 27 и 17, по калию – на 85 и 90 кг/га соответственно. При этом в варианте $N_{90}P_{80}K_{130}$ + Эколист Бор удельный вынос по азоту и калию увеличивался на 0,6 и 0,9 кг/т, а по фосфору практически не изменялся. Обработка посевов свеклы МикроСтим-Медь на фоне $N_{90}P_{80}K_{130}$ повышала значения общего выноса по азоту на 13, по фосфору – на 16, по калию – на 52 кг/га, а значения удельного выноса практически не изменялись.

В варианте $N_{100}P_{90}K_{140}$ + МикроСтим-Бор,Медь были наибольшими значения общего выноса (кг/га) азота (245), фосфора (99) и калия (544), а также значения удельного выноса (кг/т): азота – 4,4, фосфора – 1,8, калия – 9,8. В этом же варианте опыта были наибольшие значения общего и удельного выноса микроэлементов. Общий вынос меди составил 98,1, цинка – 277,2, марганца – 1508,3 г/га, а удельный – 1,8, 5,0 и 27,3 г/т соответственно.

ВЫВОДЫ

1. К моменту уборки наибольшая площадь листовой поверхности у растений свеклы была в варианте $N_{100}P_{90}K_{140}$ + МикроСтим-Бор,Медь – 1159,8 см² (в пересчете на одно растение), что в итоге и способствовало получению наибольшей урожайности в этом варианте опыта.

2. Обработка посевов свеклы микроудобрением МикроСтим-Бор,Медь на фоне $N_{90}P_{80}K_{130}$ и $N_{100}P_{90}K_{140}$ способствовала накоплению в корнеплодах наибольшего количества сухого вещества (17,2 и 17,4 %) и сахаров (14,4 и 15,3 %). В этих же вариантах опыта получена наибольшая урожайность корнеплодов свеклы столовой – 52,8 и 55,7 т/га соответственно, а окупаемость 1 кг NPK составила 97 кг корнеплодов.

3. Изучаемые системы удобрения столовой свеклы с применением микроудобрений и регулятора роста для некорневых подкормок за годы исследований не вызывали увеличения содержания нитратов в корнеплодах свыше ПДК.

4. Некорневые подкормки микроудобрениями и регулятором роста Экосил повышали продуктивность свеклы столовой что, в свою очередь, способствовало возрастанию выноса макро- и микроэлементов растениями. При этом значительных изменений удельного выноса элементов питания по вариантам опыта отмечено не было.

5. В удобряемых вариантах опыта величина удельного выноса макроэлементов составляла: по азоту – 3,7–4,4, по фосфору – 1,6–1,9, по калию – 8,1–9,8 кг/т; микроэлементов: по меди – 1,2–1,8, по цинку – 3,2–5,0, по марганцу – 15,2–30,2 г/т.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Плескачев, Ю. Н. Повышение продуктивности овощных культур за счет правильного применения листовых подкормок / Ю. Н. Плескачев, Е. А. Лукьяненко // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2019. – № 5(371). – С. 22–26.

2. Некорневые подкормки микроудобрениями – важный резерв повышения продуктивности сахарной свеклы / А. В. Малышко [и др.] // Сахар. – 2020. – № 6. – С. 47–49.

3. 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.

4. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М., 1985. – 235 с.

5. Дзямбіцкі, М. Ф. Асаблівасці дысперсійнага аналізу вынікаў шматгадовага палявога доследу / М. Ф. Дзямбіцкі // Вес. Нац. акад. аграрных навук Беларусі. – 1994. – № 3. – С. 60–64.

6. Организационно-технологические нормативы возделывания овощных, плодовых, ягодных культур и выращивания посадочного материала: сборник отраслевых регламентов / Национальная академия наук Беларуси, Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси. – Минск: Беларуская навука, 2010. – 518 с.

7. Эффективность применения микроудобрений и регуляторов роста при возделывании сельскохозяйственных культур / И. Р. Вильдфлуш [и др.]. – Минск: Беларуская навука, 2011. – 293 с.

EFFICIENCY OF THE USE OF MICROFERTILIZERS AND EKOSIL GROWTH REGULATOR WHEN CULTIVATION OF TABLE BEET ON SOD-PODZOLIC LIGHT-LOAMY SOIL

I. R. Vildflush, N. E. Hizaneyshvili

Summary

The article presents the results of studies of the use of complex micronutrient fertilizers MicroStim and the growth regulator Ecosil in the cultivation of beets on sod-podzolic light loamy soil. The influence of the studied fertilizers on the yield of root crops, their marketability, quality and removal of nutrients has been established. Double treatment of table beet crops with micro-fertilizer MicroStim-Bor, Copper against the background of application of mineral fertilizers in doses of $N_{90}P_{80}K_{130}$ and $N_{100}P_{90}K_{140}$ ensured maximum productivity – 52,8 and 55,7 t/ha. In root crops, the dry matter content was 17,2 and 17,4 %, sugars 14,4 and 15,3 %, respectively.

Поступила 01.04.21