

ВЛИЯНИЕ МАКРО- И МИКРОУДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ КОРНЕПЛОДОВ СТОЛОВОЙ СВЕКЛЫ, ИХ КАЧЕСТВО И ВЫНОС ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ

Н. Э. ХИЗАНЕЙШВИЛИ

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407

(Поступила в редакцию 13.04.2020)

Тенденции современного развития сельскохозяйственной отрасли требуют снижения затрат на производство единицы урожая. При этом стоит задача повышения урожайности и качества сельскохозяйственных культур. А от качества сельскохозяйственной продукции напрямую зависит здоровье человека. В решении имеющихся задач важное место принадлежит макро- и микроудобрениям.

В статье представлены результаты исследований по применению отечественных жидких микроудобрений с регулятором роста МикроСтим при возделывании столовой свеклы на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве. Отмечена высокая эффективность некорневых подкормок изучаемыми микроудобрениями. Наибольшая урожайность корнеплодов столовой свеклы и окупаемость 1 кг NPK кг корнеплодов была в вариантах с применением МикроСтим Бор, Медь на фоне минеральных удобрений в дозах N₉₀P₈₀K₁₃₀ и N₁₀₀P₉₀K₁₄₀ – 52,7–54,8 т/га и 105–108 кг соответственно. Наибольшая товарность корнеплодов отмечена в варианте N₉₀P₈₀K₁₃₀+МикроСтим Бор – 94,6 %. В вариантах N₉₀P₈₀K₁₃₀+МикроСтим Бор, Медь и N₁₀₀P₉₀K₁₄₀+МикроСтим Бор, Медь в корнеплодах свеклы содержалось наибольшее количество сухого вещества и сахаров – 17,1–17,3 и 14,9–15,6 % соответственно. Наибольший удельный вынос азота (4,3 кг/т) и фосфора (2,1 кг/т) отмечен в варианте N₉₀P₈₀K₁₃₀+Эколист Бор, калия – в варианте N₉₀P₈₀K₁₃₀+МикроСтим Бор, Медь – 9,1 кг/т. Наибольший общий вынос азота (232,6 кг/га), фосфора (92,6 кг/га) и калия (495,1 кг/га) был в варианте с применением МикроСтим Бор, Медь на фоне N₁₀₀P₉₀K₁₄₀.

Ключевые слова: столовая свекла, урожайность, качество, вынос элементов питания, микроудобрения.

The trends in modern development of agricultural sector require a reduction in the cost of producing a unit of harvest. At the same time, the task is to increase the yield and quality of agricultural crops. And human health directly depends on the quality of agricultural products. In solving the existing problems, an important place belongs to macro- and micronutrient fertilizers.

The article presents results of research into the use of domestic liquid micronutrient fertilizers with the growth regulator MicroStim in the cultivation of beets on sod-podzolic light loamy soil. The high efficiency of foliar dressings with the studied microfertilizers was noted. The highest yield of beet root crops and payback of 1 kg NPK per 1 kg of root crops was in the variants with the use of MicroStim Boron, Copper against the background of mineral fertilizers in doses of N₉₀P₈₀K₁₃₀ and N₁₀₀P₉₀K₁₄₀ – 52.7–54.8 t / ha and 105–108 kg, respectively. The highest marketability of root crops was noted in the variant N₉₀P₈₀K₁₃₀ + MicroStim Boron – 94.6 %. In variants N₉₀P₈₀K₁₃₀ + MicroStim Boron, Copper and N₁₀₀P₉₀K₁₄₀ + MicroStim Boron, Copper, beet roots contained the greatest amount of dry matter and sugars – 17.1–17.3 % and 14.9–15.6 %, respectively. The largest specific removal of nitrogen (4.3 kg / t) and phosphorus (2.1 kg / t) was noted in the variant N₉₀P₈₀K₁₃₀ + Ecolist Boron, potassium - in the variant N₉₀P₈₀K₁₃₀ + MicroStim Boron, Copper – 9.1 kg / t. The largest total removal of nitrogen (232.6 kg / ha), phosphorus (92.6 kg / ha) and potassium (495.1 kg / ha) was in the variant with MicroStim Boron, Copper against the background of N₁₀₀P₉₀K₁₄₀.

Key words: table beet, yield, quality, removal of nutrients, micronutrient fertilizers.

Введение

Сбалансированное питание растений предусматривает наличие в питательной среде не только трех основных элементов питания (азота, фосфора, калия), но и не менее важных микроэлементов. С повышением доз минеральных удобрений резко возрастает значимость микроэлементов, происходит изменение коэффициентов использования растениями элементов питания. Кроме этого, на величину коэффициентов использования элементов питания и их накопление в растениях влияют почвенные условия. Известно, что вносимые в почву минеральные удобрения, а также известкование кислых почв зачастую способствуют изменению ионного равновесия, при котором усвоение имеющихся в почве микроэлементов затрудняется или вовсе становится невозможным [1].

Внесение повышенных доз фосфорных удобрений уменьшает доступность цинка и бора, но доступность молибдена повышается. Повышенные дозы калийных удобрений уменьшают доступность бора, азотных удобрений – меди и молибдена. Вносимые в почву органические удобрения, а точнее, образующиеся из них гуминовые кислоты, в процессе гумификации связывают медь, тем самым снижая ее доступность для растений. При известковании почв снижается доступность всех микроэлементов, за исключением молибдена. В то же время калийные, азотные и органические удобрения способствуют большей подвижности марганца [2, 3].

Следовательно, во избежание антагонизма ионов в питании растений следует обратить внимание на проведение некорневых подкормок, которые позволяют ускорить поступление минеральных элементов питания в растения и избежать антагонизма ионов, наблюдающегося при корневом питании [4].

Для некорневых подкормок в настоящее время в Республике Беларусь практически на всех сельскохозяйственных культурах зарегистрировано большое количество различных микроудобрений для некорневых подкормок, в их числе и производимые в Беларуси [5].

Работа по разработке жидких форм микроудобрений с биостимулятором МикроСтим проводилась в лаборатории микроэлементов РУП «Институт почвоведения и агрохимии». В результате представлен широкий спектр микроудобрений МикроСтим различных марок с содержанием регулятора роста гидрогумат и одного из микроэлементов (бор, медь, марганец, цинк, кобальт), или их комбинации [6].

Исследования по влиянию некорневых подкормок жидкими микроудобрениями МикроСтим на урожайность и качество сельскохозяйственных культур, проводившиеся М. В. Раком, С. А. Титовой, Е. Н. Пукаловой, Т. Г. Николаевой, А. В. Юхновец, Ю. А. Артюх и Е. Н. Барашковой, показали высокую эффективность их применения [7, 8].

Целью исследований данной статьи является изучение влияния минеральных удобрений в сочетании с некорневыми подкормками жидкими микроудобрениями с регулятором роста МикроСтим на урожайность, качество корнеплодов, общий и удельный вынос макро- и микроэлементов растениями столовой свеклы на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве в условиях северо-восточной части Беларуси.

Основная часть

Полевой опыт со столовой свеклой был заложен в 2018 и 2019 гг. в УНЦ «Опытные поля УО БГСХА». Был выбран одноростковый сорт столовой свеклы отечественной селекции Гаспадыня. Почва опытного участка дерново-подзолистая, по гранулометрическому составу – легкосуглинистая, подстилаемая моренным суглинком с глубины около 1 м. Содержание гумуса в годы исследований было низким и средним (1,2–1,7 %), реакция почвенной среды – кислая и близкая к нейтральной (рН=5,5–6,1), содержание подвижных форм фосфора и калия – повышенное (209–266 и 294–295 мг/кг почвы соответственно). Содержание подвижных форм меди было средним (1,54–1,71 мг/кг почвы), цинка – низким и средним (1,53–3,75 мг/кг почвы).

Общая площадь делянки составляла 14 м², учетная – 10,8 м², повторность опыта четырехкратная. Предшественник в годы исследований – картофель. Посев свеклы осуществлялся ручной сеялкой СР-1 на ровной поверхности широкорядным способом с междурядьем 45 см в 1 декаде мая. В период вегетации проводились фенологические наблюдения, пять химпрополок, внесение фунгицида и инсектицида. Уборку урожая проводили в конце сентября вручную, учет урожая и ботвы проводился сплошным поделяночным методом.

Из минеральных удобрений применялись карбамид (46 % N), аммонизированный суперфосфат (45 % P₂O₅, 10 % N), хлористый калий (60 % K₂O), которые вносили перед посевом. Микроудобрения вносили двукратно путем некорневых подкормок в фазу начала формирования корнеплода, и через месяц после первой обработки. В качестве микроудобрений использовались отечественные микроудобрения с регулятором роста МикроСтим В (150 г/л бора, 0,6–8,0 г/л гуматов, 50 г/л N), МикроСтим Cu (78 г/л меди, 0,6–5,0 г/л гуматов, 65 г/л N), МикроСтим В, Cu (40 г/л бора, 40 г/л меди, 0,6–6,0 г/л гуматов, 65 г/л N) и микроудобрение Эколист В (150 г/л бора), производимое в Польше фирмой Ekorlon.

Статистическая обработка полученных данных проводилась по методикам Б. А. Доспехова [9] и М. Ф. Дембицкого [10].

Минеральные удобрения в дозах N₇₀P₆₀K₁₀₀ и N₉₀P₈₀K₁₃₀ в среднем за два года исследований повышали урожайность корнеплодов столовой свеклы на 18,8 и 24,4 т/га по сравнению с контрольным вариантом без удобрений (табл. 1).

Таблица 1. Урожайность столовой свеклы в зависимости от применяемых макро- и микроудобрений, среднее за 2018–2019 гг.

Вариант опыта	Урожайность, т/га	Прибавка к контролю, т/га	Прибавка к фону, т/га	Окупаемость 1 кг NPK, кг корнеплодов
1. Контроль (без удобрений)	20,3	–	–	–
2. N ₇₀ P ₆₀ K ₁₀₀	39,1	18,8	–	82
3. N ₉₀ P ₈₀ K ₁₃₀ – фон	44,7	24,4	–	81
4. Фон + Эколист В	50,1	29,8	5,4	99
5. Фон + МикроСтим В	50,8	30,5	6,1	102
6. Фон + МикроСтим Cu	49,9	29,6	5,2	99
7. Фон + МикроСтим В, Cu	52,7	32,4	8,0	108
8. N ₁₀₀ P ₉₀ K ₁₄₀ + МикроСтим В, Cu	54,8	34,5	–	105
НСР ₀₅	1,5	–	–	–

Некорневые подкормки борсодержащими микроудобрениями Эколист Бор и МикроСтим Бор на фоне N₉₀P₈₀K₁₃₀ имели равнозначную эффективность и способствовали повышению урожайности корнеплодов на 5,4 и 6,1 т/га соответственно. Следовательно, микроудобрение МикроСтим Бор можно использовать для импортозамещения ввиду более низкой стоимости, но равной эффективности по сравнению с польским микроудобрением Эколист Бор.

Применение медьсодержащего микроудобрения МикроСтим Медь на фоне $N_{90}P_{80}K_{130}$ повышало урожайность столовой свеклы на 5,2 т/га с 44,7 до 49,9 т/га. Наибольшую эффективность оказали некорневые подкормки посевов столовой свеклы микроудобрением МикроСтим Бор, Медь на фоне $N_{90}P_{80}K_{130}$ – урожайность корнеплодов за годы исследований в этом варианте возрастала на 8,0 т/га с 44,7 до 52,7 т/га, значение окупаемости 1 кг NPK кг корнеплодов было наибольшим в опыте и составило 108 кг. Максимальная урожайность 54,8 т/га была получена при применении МикроСтим Бор, Медь на фоне повышенных доз минеральных удобрений ($N_{100}P_{90}K_{140}$), окупаемость 1 кг NPK кг корнеплодов была высокой и составила 105 кг.

Применение макро- и микроудобрений оказывало положительное влияние на качественные показатели корнеплодов столовой свеклы (табл. 2).

Так, по сравнению с вариантом без удобрений, от внесения минеральных туков в дозах $N_{70}P_{60}K_{100}$ и $N_{90}P_{80}K_{130}$ доля товарных корнеплодов столовой свеклы возрастала на 18,2 и 22,4 % с 66,0 до 84,2 и 88,4 % соответственно.

Проведение некорневых подкормок микроудобрениями позволило ещё больше повысить выход товарных корнеплодов столовой свеклы.

В вариантах с обработкой посевов микроудобрениями Эколист Бор и МикроСтим Бор на фоне $N_{90}P_{80}K_{130}$ товарность корнеплодов свеклы возрастала на 4,4 и 6,2 % соответственно.

Наибольшая доля товарных корнеплодов (92,7 %) за годы исследований была отмечена в вариантах $N_{90}P_{80}K_{130}$ +МикроСтим Бор, Медь и $N_{100}P_{90}K_{140}$ +МикроСтим Бор, Медь.

От применения микроудобрения МикроСтим Медь на фоне $N_{90}P_{80}K_{130}$ не происходило повышения товарности корнеплодов.

Таблица 2. Влияние применения макро- и микроудобрений на качественные показатели корнеплодов столовой свеклы, среднее за 2018–2019 гг.

Вариант опыта	Товарность корнеплодов, %	Содержание сухого вещества, %	Содержание сахаров, %	Нитраты, мг/кг сырой массы	
				2018	2019
1. Контроль (без удобрений)	66,0	14,7	10,7	882	645
2. $N_{70}P_{60}K_{100}$	84,2	13,7	11,3	1078	870
3. $N_{90}P_{80}K_{130}$ – 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 Су	90,6	15,9	12,8	1261	898
7. Фон + МикроСтим В, Су	92,7	17,1	14,9	1242	753
8. $N_{100}P_{90}K_{140}$ + МикроСтим В, Су	92,7	17,3	15,6	1354	923
НСП ₀₅	2,5	0,5	0,6	58	39

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 $N_{70}P_{60}K_{100}$ произошло снижение содержания сухого вещества на 1 % до 13,7 %. При повышении уровня минерального питания до $N_{90}P_{80}K_{130}$ процент сухого вещества возрастал на 0,6 % до 15,3 %.

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 1,2, 0,8, 0,6 и 1,8 % соответственно.

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

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

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

Обработка посевов свеклы микроудобрениями МикроСтим Медь и МикроСтим Бор, Медь на фоне $N_{90}P_{80}K_{130}$ повышала содержание сахаров в корнеплодах на 0,7 и 2,8 % соответственно. Наибольшее содержание сахаров в корнеплодах свеклы было в варианте $N_{100}P_{90}K_{140}$ +МикроСтим Бор, Медь – 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 году содержание нитратов в корнеплодах было выше, чем в 2019 году. 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 году и на 225 и 380 мг/кг в 2019 году.

Некорневые подкормки посевов столовой свеклы микроудобрениями, на фоне $N_{90}P_{80}K_{130}$ способствовали снижению содержания нитратов в корнеплодах в 2018 году на 80–104, а в 2019 году – на 127–272 мг/кг сырой массы.

Общий вынос элементов питания в варианте без удобрений составил: по азоту – 58,4, по фосфору – 33,8, калию – 174,8 кг/га (табл. 3). В вариантах с применением минеральных удобрений и некорневых подкормок значения общего выноса элементов питания возрастали. Наибольший вынос отмечен в варианте $N_{100}P_{90}K_{140}$ +МикроСтим Бор, Медь: 232,6 кг/га по азоту, 92,6 кг/га по фосфору и 495,1 кг/га по калию.

В контрольном варианте удельный вынос азота, фосфора и калия 1 т корнеплодов и соответствующим количеством ботвы составил 2,9, 1,7 и 8,6 кг соответственно (табл. 3). При внесении минеральных удобрений в дозах $N_{70}P_{60}K_{100}$ и $N_{90}P_{80}K_{130}$ происходило повышение удельного выноса азота на 0,1 и 0,8 кг/т, и снижение удельного выноса фосфора на 0,3 и 0,1, калия – на 1,8 и 1,1 кг/т соответственно.

Таблица 3. Влияние применения макро- и микроудобрений на общий и удельный вынос макро- и микроэлементов растениями столовой свеклы, среднее за 2018–2019 гг.

Вариант опыта	Общий (в числителе) и удельный (в знаменателе) вынос, кг/га, кг/т, г/га, г/т (для микроэлементов)					
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Cu	Mn	Zn
1. Контроль (без удобрений)	<u>58,4</u> 2,9	<u>33,8</u> 1,7	<u>174,8</u> 8,6	<u>20,0</u> 1,0	<u>202,9</u> 10,1	<u>51,2</u> 2,5
2. $N_{70}P_{60}K_{100}$	<u>116,9</u> 3,0	<u>53,5</u> 1,4	<u>263,9</u> 6,8	<u>42,3</u> 1,1	<u>435,1</u> 11,1	<u>98,0</u> 2,5
3. $N_{90}P_{80}K_{130}$ – фон	<u>166,7</u> 3,7	<u>71,8</u> 1,6	<u>336,6</u> 7,5	<u>53,9</u> 1,2	<u>715,7</u> 15,9	<u>130,0</u> 2,9
4. Фон + Эколист В	<u>215,1</u> 4,3	<u>104,3</u> 2,1	<u>415,4</u> 8,3	<u>74,6</u> 1,5	<u>918,0</u> 18,3	<u>200,6</u> 4,0
5. Фон + МикроСтим В	<u>184,4</u> 3,6	<u>80,7</u> 1,6	<u>433,2</u> 8,5	<u>73,5</u> 1,4	<u>901,5</u> 17,7	<u>191,3</u> 3,8
6. Фон + МикроСтим Cu	<u>158,4</u> 3,2	<u>78,6</u> 1,6	<u>416,3</u> 8,4	<u>92,7</u> 1,9	<u>1295,6</u> 25,9	<u>177,3</u> 3,5
7. Фон + МикроСтим В, Cu	<u>181,5</u> 3,4	<u>77,4</u> 1,5	<u>479,2</u> 9,1	<u>82,7</u> 1,6	<u>1795,8</u> 34,0	<u>231,7</u> 4,4
8. $N_{100}P_{90}K_{140}$ + МикроСтим В, Cu	<u>232,6</u> 4,2	<u>92,6</u> 1,7	<u>495,1</u> 9,0	<u>97,2</u> 1,8	<u>1942,6</u> 35,4	<u>268,2</u> 4,9

В вариантах с применением микроудобрений МикроСтим Медь и МикроСтим Бор, Медь на фоне $N_{90}P_{80}K_{130}$ удельный вынос по азоту снижался на 0,5 и 0,3 кг/т, а по калию – повышался на 0,9 и 1,6 кг/т соответственно.

Наибольший удельный вынос азота (4,3 кг/т) и фосфора (2,1 кг/т) отмечен в варианте $N_{90}P_{80}K_{130}$ +Эколист Бор, калия – в варианте $N_{90}P_{80}K_{130}$ +МикроСтим Бор, Медь – 9,1 кг/т.

Минимальный удельный вынос меди, марганца и цинка отмечен в варианте без удобрений – 1,0, 10,1 и 2,5 г/т. От внесения минеральных удобрений в дозах $N_{70}P_{60}K_{100}$ и $N_{90}P_{80}K_{130}$ удельный вынос меди возрастал на 0,1–0,2, марганца – на 1,0–5,8 г/т соответственно. Минеральные удобрения в дозе $N_{70}P_{60}K_{100}$ не повышали удельный вынос цинка, а в дозе $N_{90}P_{80}K_{130}$ увеличивали этот показатель на 0,4 г/т.

На фоне $N_{90}P_{80}K_{130}$ некорневые подкормки микроудобрениями повышали удельный вынос меди на 0,2–0,7, марганца – на 1,8–19,5, цинка – на 0,6–2,0 г/т. Максимальный удельный вынос меди (1,9 г/т) отмечен в варианте с применением медьсодержащего микроудобрения МикроСтим Медь на фоне $N_{90}P_{80}K_{130}$, марганца и цинка – в варианте $N_{90}P_{80}K_{130}$ +МикроСтим Бор, Медь – 35,4 и 4,9 г/т соответственно.

Заключение

1. Наибольшая урожайность корнеплодов столовой свеклы и окупаемость 1 кг НРК кг корнеплодов за годы исследований была в вариантах с применением микроудобрения МикроСтим Бор, Медь на фоне минеральных удобрений $N_{90}P_{80}K_{130}$ и $N_{100}P_{90}K_{140}$, которая составила 52,7–54,8 т/га и 105–108 кг соответственно.

2. Применение минеральных удобрений и проведение некорневых подкормок способствовало повышению товарности корнеплодов свеклы по сравнению с неудобранным вариантом на 18,2–28,6 %. Наибольшая доля товарных корнеплодов отмечена в варианте $N_{90}P_{80}K_{130}$ +МикроСтим Бор – 94,6 %. В вариантах $N_{90}P_{80}K_{130}$ +МикроСтим Бор, Медь и $N_{100}P_{90}K_{140}$ +МикроСтим Бор, Медь в корнеплодах

свеклы содержалось наибольшее количество сухого вещества и сахаров – 17,1–17,3 и 14,9–15,6 % соответственно.

3. От применения микроудобрений в корнеплодах столовой свеклы происходило снижение содержания нитратов. Во всех вариантах опыта содержание нитратов не превышало ПДК.

4. Установлено, что по действию на урожайность и качество корнеплодов столовой свеклы белорусское микроудобрение МикроСтим Бор не уступает польскому Эколист Бор, поэтому его можно использовать для импортозамещения.

5. Общий вынос элементов питания растениями столовой свеклы возрастал при применении макро- и микроудобрений, и наибольших значений достигал в варианте $N_{100}P_{90}K_{140}$ +МикроСтим Бор, Медь: 232,6 кг/га по азоту, 92,6 кг/га по фосфору и 495,1 кг/га по калию.

6. За годы исследований средние значения удельного выноса азота в зависимости от доз макро- и микроудобрений изменялись по азоту от 3,0 до 4,3 кг/т, по фосфору – 1,4–2,1 кг/т, по калию – 6,8–9,1 кг/т. Удельный вынос меди составлял 1,1–1,9 г/т, марганца – 11,1–35,4 г/т, цинка – 2,9–4,9 г/т.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анспок, П. И. Микроудобрения: Справочник. 2-е изд., перераб. и доп. / П. И. Анспок. – Ленинград: «Агропромиздат», 1990. – 272 с.
2. Агрохимия: учебник / И. Р. Вильдфлуш [и др.]; под ред. И. Р. Вильдфлуша. – Минск: ИВЦ Минфина, 2013. – 704 С.
3. Ковальский, В. В. Микроэлементы в почвах СССР / В. В. Ковальский, Г. А. Андрианова. – Москва: Наука, 1970. – 180 с.
4. Сутормина, А. В. Совершенствование технологии хранения плодов томата, выращенных в открытом грунте центрально-черноземного региона: дисс. ... канд. с.-х. наук: 05.18.01 / А. В. Сутормина. – Мичуринск-наукоград, 2015. – 183 с.
5. Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь / Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, Государственное учреждение «Главная государственная инспекция по семеноводству, карантину и защите растений»; сост. А. В. Пискун [и др.]. – Минск «Промкомплекс», 2017. – 688 с.
6. Микроудобрения с биостимулятором «МикроСтим»: ТУ ВУ 100079183.006-2008. – Введ. 06.11.2008. – Минск: Ин-т почвоведения и агрохимии, 2008. – 15 с.
7. Эффективность жидких удобрений МикроСтим при возделывании пропашных, овощных и плодово-ягодных культур на дерново-подзолистых почвах / М. В. Рак [и др.] // Почвоведение и агрохимия. – 2012. – № 1 (48). – С. 109–116.
8. 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.
9. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М.: Колос, 1985. – 235 с.
10. Дзямбіцкі, М. Ф. Асаблівасці дысперсійнага аналізу вынікаў шматгадовага палявога доследу / М. Ф. Дзямбіцкі // Весці Акадэміі аграрных навук Беларусі. – 1994. – № 3 – С. 60–64.