

but also by their content in a unit of production, which is largely determined by the level of fertilization. With the introduction of nitrogen, phosphorus and potassium fertilizers, the content of nitrogen, phosphorus and potassium in all parts of the plants increases, respectively, the removal per unit of production increases.

Поступила 07.12.20

УДК 631.8:635.21:631.445.24

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПЛЕКСНЫХ, МАКРО-, МИКРОУДОБРЕНИЙ И РЕГУЛЯТОРА РОСТА ЭКОСИЛ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ МОРКОВИ НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ЛЕГКОСУГЛИНИСТОЙ ПОЧВЕ

И. Р. Вильдфлуш¹, Г. В. Пироговская², Н. Э. Хизанейшвили¹

¹*Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,
г. Горки, Беларусь*

²*Институт почвоведения и агрохимии,
г. Минск, Беларусь*

ВВЕДЕНИЕ

В Беларуси в сельскохозяйственных организациях морковь занимает порядка 1/5 площадей, занимаемых овощными культурами. Ежегодно на качественную овощную продукцию спрос превышает предложение: велики объемы поставок моркови на свежий рынок и на переработку. Однако в республике средняя урожайность оранжевого корнеплода немногим более превышает отметку в 23 т/га, что в несколько раз меньше, чем в европейских странах. Следовательно, дефицит продукции восполняется за счет импорта. Выходом из сложившейся ситуации является оптимизация системы удобрения моркови, что позволит увеличить урожайность корнеплодов и повысить их качество [1].

На дерново-подзолистых почвах Республики Беларусь важным фактором получения высоких урожаев сельскохозяйственных культур являются удобрения, причем микроудобрениям в последнее время отводится значительная роль в повышении качества продукции [2].

Недостаток или отсутствие в питании растений макро- и микроэлементов снижает количество и качество урожая, что приводит, в свою очередь, к необходимости обогащения рациона питания человека синтетическими добавками, которые не способны в полной мере заменить природные нутриенты. В связи с этим весьма актуальным является улучшение минерального питания овощных культур, которые используются человеком в пищу, преимущественно в свежем виде, и являются источником макро-, микроэлементов, витаминов и других ценных веществ [3].

Согласно современным тенденциям овощеводства и растениеводства в целом предполагается переход на применение комплексных удобрений, которые сбаланси-

сированы по элементам питания, могут содержать в себе не только макро-, но и микроэлементы [4, 5].

Цель исследований – изучить влияние новых форм комплексных удобрений как белорусских, так и зарубежных производителей на урожайность и качество корнеплодов моркови на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Научные исследования с морковью сорта Самсон проводили в 2018 и 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.

Самсон – среднеспелый сорт моркови нидерландской селекционно-семеноводческой компании Вежо. Сорт универсального направления, используется для свежего потребления, хранения и различных видов переработки. Включен в Госреестр Республики Беларусь по всем областям с 2005 г. [6].

В опытах применяли удобрения: карбамид – 46 % N, суперфосфат аммонизированный – 42 % P₂O₅, 10 % N, хлорид калия – 60 % K₂O, комплексное удобрение с микроэлементами марки 16:12:20 + S₇B_{0,15}Cu_{0,10} (разработано в РУП «Институт почвоведения и агрохимии»), водорастворимое комплексное удобрение с микроэлементами Лифдрип – 20 % N, 8 % P₂O₅, 42 % K₂O, 1 % MgO, 3 % SO₃, 0,025 % Fe, 0,035 % Mn, 0,015 % Zn, 0,003 % Cu, 0,015 % B, 0,003 % Mo (производитель – фирма Fagimrex, Франция), жидкое комплексное удобрение Агрикола Аква Вегета – 1,8 % N, 1,2 % P₂O₅, 1,2 % K₂O, 0,2 % гуматов (производитель – ЗАО «ТПК Техноэкспорт», Россия), микроудобрения МикроСтим-Бор – 50 г/л N, 150 г/л B, МикроСтим-Бор, Медь – 65 г/л N, 40 г/л Cu, 40 г/л B, МикроСтим-Медь – 65 г/л N, 78 г/л Cu (разработаны в РУП «Институт почвоведения и агрохимии»), Эколист Бор – 150 г/л B, регулятор роста Экосил – 50 г/л тритерпеновых кислот.

Минеральные удобрения (карбамид, аммонизированный суперфосфат и хлорид калия), а также комплексное азотно-фосфорно-калийное удобрение марки 16:12:20 с S₇B_{0,15}Cu_{0,10} вносили до посева в один прием.

Комплексное удобрение Лифдрип вносили путем некорневой подкормки двукратно: в дозе 5 кг/га в фазу 2–3 листьев и 5 кг/га в период формирования корнеплода моркови; ЖКУ Агрикола Аква Вегета – трижды: 3 л/га через месяц после всходов, 3 л/га через 15 дней и 3 л/га через 15 дней после второй обработки. 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.

Комплексные удобрения внесены путем некорневой подкормки. Сроки и дозы применения представлены в табл. 1.

Таблица 1

Сроки и дозы внесения комплексных удобрений

Удобрение	Сроки внесения	Доза
Лифдрип	1) фаза 2–3 листьев; 2) формирование корнеплода	5 кг/га

Удобрение	Сроки внесения	Доза
Агрикола Аква Верета	1) через месяц после всходов; 2) через 15 дней после первой обработки; 3) через 15 дней после второй обработки	3 л/га
Экосил	1) фаза 8–10 листьев; 2) через 15 дней после первой обработки	50 мл/га
МикроСтим	1) фаза начала образования корнеплода; 2) через месяц после первой обработки	2 л/га
Эколист Бор	1) фаза начала образования корнеплода; 2) через месяц после первой обработки	2 л/га

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. Массу листьев определяли весовым методом. Учет урожая корнеплодов проводился сплошным поделяночным методом путем взвешивания корнеплодов. Статистическую обработку полученных результатов опыта проводили по методике Б. А. Доспехова [7] и М. Ф. Дембицкого [8].

По агрохимическим показателям почва характеризовалась средним содержанием гумуса (1,8 %), слабокислой и близкой к нейтральной реакцией почвенной среды ($pH_{KCl} = 5,9-6,1$), повышенным содержанием подвижных форм фосфора (202–209 мг/кг почвы) и калия (275–295 мг/кг почвы), средним – подвижных форм меди (1,55–1,57 мг/кг почвы), низким – цинка (1,53–1,63 мг/кг почвы).

Общая площадь делянки – 19,6 м², учетная – 12,6 м², повторность опыта четырехкратная. Предшественник – картофель. Схема посева – 10 + 60 на гребне, норма высева – 2,5 кг/га. Срок посева – 1-я декада мая. Агротехника возделывания – общепринятая для Беларуси [9].

Система химической защиты посевов моркови включала в себя следующие мероприятия: внесение почвенного гербицида Рейсер в дозе 2 л/га в течение 2–3 дней после посева, по мере появления злаковых сорняков вносили граминицид Фюзилад Форте в дозе 0,75 л/га одно- или двукратно. За годы исследований численность морковной мухи и развитие бурой пятнистости листьев не превышало ЭПВ (экономические пороги вредности), что не вызывало необходимости применения инсектицидов и фунгицидов. Также следует отметить, что гербициды применялись в минимально разрешенных дозировках для снижения пестицидной нагрузки на окружающую среду и получаемую продукцию. Тем не менее применение гербицидов даже в минимальных дозировках позволило сохранить посевы до момента уборки чистыми от сорной растительности.

Метеорологические условия 2018 и 2020 гг. были неоднозначными. Вегетационный период 2018 г. характеризовался температурой выше климатической нормы, в сочетании с дефицитом влаги в весенние месяцы и в середине лета. Вегетационный период 2020 г., наоборот, отличался температурой ниже климатической нормы с избыточным увлажнением. Несмотря на сложившиеся погодные условия урожайность моркови была на достаточно высоком уровне.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В начальный период роста масса листьев растений моркови (в пересчете на одно растение) составляла немногим более 0,4 г (табл. 2), причем существенных различий по этому показателю среди изучаемых вариантов отмечено не было. Это связано с биологическими особенностями культуры (очень медленные темпы роста в начале вегетации) и незначительным развитием корневой системы, которая имеет слабую усваивающую способность в это время.

Таблица 2

Динамика массы листьев растений моркови в зависимости от применяемых комплексных удобрений, среднее за 2018 и 2020 гг.

Вариант	Масса листьев одного растения, г			
	3–4 листа	Начало формирования корнеплода	Техническая спелость	Уборка
1. Контроль (без удобрений)	0,415	3,1	35,8	30,4
2. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀	0,417	3,3	40,4	34,2
3. N ₈₀ P ₆₀ K ₁₀₀ – фон 1	0,420	3,2	44,8	40,0
4. N ₈₀ P ₆₀ K ₁₀₀ (NPK с S ₇ B _{0,15} Cu _{0,10})	0,406	3,5	47,9	42,8
5. Фон 1 + Эколист Бор	0,425	3,3	45,4	42,2
6. Фон 1 + МикроСтим-Бор	0,417	3,4	47,2	41,9
7. Фон 1 + Экосил	0,406	3,4	44,1	41,1
8. Фон 1 + МикроСтим-Медь	0,409	3,5	46,3	43,9
9. Фон 1 + МикроСтим-Бор,Медь	0,424	3,6	47,6	45,6
10. Фон 1 + Лифдрип	0,412	3,5	49,3	47,2
11. Фон 1 + Агрикола Аква Вегета	0,408	3,5	47,3	45,9
12. N ₁₀₀ P ₈₀ K ₁₃₀ – фон 2	0,422	3,8	52,4	50,2
13. Фон 2 + МикроСтим-Бор,Медь	0,414	3,7	54,8	50,6
НСР ₀₅	0,0335	0,29	2,16	1,92

В фазу начала образования корнеплода масса листьев одного растения увеличилась до 3,1–3,8 г и наибольшие значения были отмечены в варианте N₁₀₀P₈₀K₁₃₀ – 3,8 г, что на 0,5 г выше, чем при внесении N₈₀P₆₀K₁₀₀.

В вариантах с применением микроудобрений Эколист Бор, МикроСтим-Медь и регулятора роста Экосил на фоне N₈₀P₆₀K₁₀₀ к фазе технической спелости не происходило увеличения массы листьев у растений моркови в сравнении с фоновым вариантом. Комплексное удобрение (NPK с S₇B_{0,15}Cu_{0,10}) для основного внесения в дозе N₈₀P₆₀K₁₀₀ по сравнению в варианте, где вносили в такой же дозе карбамид, аммонизированный суперфосфат и хлорид калия, повышало массу листьев растений моркови на 3,1 г. Обработки посевов микроудобрениями МикроСтим-Бор, МикроСтим-Бор,Медь, а также комплексными удобрениями с микроэлементами Лифдрип и Агрикола Аква Вегета на фоне N₈₀P₆₀K₁₀₀ повышали массу листьев моркови относительного фона 1 на 2,4; 2,8; 4,5 и 2,5 г соответственно. Двукратная обработка посевов моркови микроудобрением МикроСтим-Бор,Медь на фоне N₁₀₀P₈₀K₁₃₀ повышала массу листьев моркови на 2,4 г относительно фона 2.

К моменту уборки во всех вариантах опыта было отмечено снижение массы листьев у растений моркови, что можно объяснить окончанием вегетационного периода культуры и передвижением пластических веществ из листьев в корнеплод.

За годы исследований наименьшая урожайность корнеплодов моркови была в варианте без удобрений – 28,9 т/га (табл. 3). Внесение минеральных удобрений в дозах $N_{60}P_{60}K_{90}$, $N_{80}P_{60}K_{100}$ и $N_{100}P_{80}K_{130}$ повышало урожайность корнеплодов на 16,7; 20,9 и 36,4 т/га, а окупаемость 1 кг NPK 1 кг корнеплодов в этих вариантах составляла 80, 87 и 102 кг соответственно.

Таблица 3

Влияние удобрений на урожайность корнеплодов моркови, т/га

Вариант	Урожайность, т/га			Прибавка, т/га			Окупаемость 1 кг NPK 1 кг корнеплодов
	2018 г.	2020 г.	сред- нее	конт- роль	фон 1	фон 2	
1. Контроль (без удобрений)	25,9	31,9	28,9	–	–	–	–
2. $N_{60}P_{60}K_{90}$	47,3	44,0	45,6	16,7	–	–	80
3. $N_{80}P_{60}K_{100}$ – фон 1	51,3	48,2	49,8	20,9	–	–	87
4. $N_{80}P_{60}K_{100}$ (NPK с $S_7B_{0,15}Cu_{0,10}$)	57,3	55,8	56,6	27,7	6,8	–	115
5. Фон 1 + Эколист В	56,1	53,6	54,8	25,9	5,0	–	108
6. Фон 1 + МикроСтим-Бор	54,8	54,2	54,5	25,6	4,7	–	107
7. Фон 1 + Экосил	53,0	51,6	52,3	23,4	2,5	–	98
8. Фон 1 + МикроСтим-Медь	57,1	53,6	55,4	26,5	5,6	–	110
9. Фон 1 + МикроСтим-Бор, Медь	59,9	55,0	57,4	28,5	7,6	–	119
10. Фон 1 + Лифдрип	58,7	58,5	58,6	29,7	8,8	–	124
11. Фон 1 + Агрикола Аква Вегета	53,3	52,5	52,9	24,0	3,1	–	100
12. $N_{100}P_{80}K_{130}$ – фон 2	58,5	62,5	60,5	31,6	–	–	102
13. Фон 2 + МикроСтим-Бор, Медь	62,8	67,9	65,3	36,4	–	4,8	117
НСР ₀₅	1,83	1,98	1,35	–	–	–	–

Комплексное удобрение для основного внесения марки 16:12:20 с $S_7B_{0,15}Cu_{0,10}$ в дозе $N_{80}P_{60}K_{100}$ по сравнению с вариантом 3, где вносили в таких же дозах карбамид, аммонизированный суперфосфат и хлорид калия, повышало урожайность корнеплодов моркови на 6,8 т/га, а окупаемость 1 кг NPK составила 115 кг корнеплодов.

Двукратная некорневая подкормка посевов моркови микроудобрениями Эколист Бор и МикроСтим-Бор на фоне $N_{80}P_{60}K_{100}$ увеличивала урожайность моркови на 5,0 и 4,7 т/га соответственно с окупаемостью 1 кг NPK 108 и 107 кг корнеплодов.

Прибавка урожайности корнеплодов от применения регулятора роста Экосил, а также комплексных удобрений для некорневых подкормок Лифдрип и Агрикола Аква Вегета на фоне $N_{80}P_{60}K_{100}$ составила 2,5; 8,8 и 3,1 т/га. Окупаемость 1 кг NPK составила 98, 124 и 100 кг корнеплодов в этих вариантах соответственно.

На фоне $N_{100}P_{80}K_{130}$ двукратное применение микроудобрения МикроСтим-Бор, Медь увеличивало урожайность корнеплодов моркови на 4,8 т/га, а на фоне $N_{80}P_{60}K_{100}$ – на 7,6 т/га при окупаемости 1 кг NPK 117 и 119 кг корнеплодов.

В контрольном варианте товарность корнеплодов моркови была наименьшей и составила 65,9 % (табл. 4). Минеральные удобрения в дозах $N_{60}P_{60}K_{90}$, $N_{80}P_{60}K_{100}$ и $N_{100}P_{80}K_{130}$ способствовали увеличению товарности корнеплодов на 8,1; 9,7 и 17,6 % соответственно.

Наибольший выход товарных корнеплодов был в вариантах с применением удобрения Лифдрип на фоне $N_{80}P_{60}K_{100}$ – 86,1 % (+10,5 % к фону) и МикроСтим-Бор, Медь на фоне $N_{100}P_{80}K_{130}$ – 85,9 % (+2,4 % к фону).

Комплексное NPK с $S_7V_{0,15}Cu_{0,10}$ в дозе $N_{80}P_{60}K_{100}$ по сравнению с фоном (карбамид, аммонизированный суперфосфат и хлорид калия), увеличивало товарность корнеплодов на 6,1 %.

Микроудобрения Эколист Бор, МикроСтим-Бор и МикроСтим-Медь на фоне $N_{80}P_{60}K_{100}$ показали равнозначную эффективность. В этих вариантах опыта товарность корнеплодов составила 79,8; 80,1 и 79,8 %.

На фоне $N_{80}P_{60}K_{100}$, регулятора роста Экосил и ЖКУ Агрикола Аква Вегета товарность корнеплодов моркови повышалась на 2,8 %.

Таблица 4

Влияние удобрений на показатели качества корнеплодов моркови, среднее за 2018 и 2020 гг.

Вариант	Товарность, %	Средняя масса корнеплода, г	Содержание			Нитраты, мг/кг сырой массы	
			β -каротин, мг/%	Сухое вещество, %	Сахара, %	2018 г.	2020 г.
1. Контроль (без удобрений)	65,9	83	12,1	10,1	6,3	131	44
2. $N_{60}P_{60}K_{90}$	74,0	114	12,7	9,8	6,8	172	55
3. $N_{80}P_{60}K_{100}$ – фон 1	75,6	127	13,0	9,7	6,8	208	57
4. $N_{80}P_{60}K_{100}$ (NPK с $S_7V_{0,15}Cu_{0,10}$)	81,7	165	14,3	11,4	7,3	192	39
5. Фон 1 + Эколист В	79,8	141	14,0	11,7	7,9	152	44
6. Фон 1 + МикроСтим-Бор	80,1	136	14,1	11,4	7,9	158	34
7. Фон 1 + Экосил	78,4	136	13,5	11,3	7,1	201	45
8. Фон 1 + МикроСтим-Медь	79,8	133	14,4	10,8	7,4	150	51
9. Фон 1 + МикроСтим-Бор, Медь	81,7	155	13,7	11,2	7,1	144	48
10. Фон 1 + Лифдрип	86,1	166	14,7	11,8	8,1	241	53
11. Фон 1 + Агрикола Аква Вегета	78,4	139	13,5	10,3	7,2	195	53
12. $N_{100}P_{80}K_{130}$ – фон 2	83,5	169	13,4	11,1	7,2	240	83
13. Фон 2 + МикроСтим-Бор, Медь	85,9	172	13,8	12,2	7,6	226	75
НСР ₀₅	1,82	5,0	0,19	0,30	0,18	11,9	5,6

В контрольном варианте средняя масса корнеплода моркови составила 83 г. Применение минеральных удобрений в дозах $N_{60}P_{60}K_{90}$, $N_{80}P_{60}K_{100}$ и $N_{100}P_{80}K_{130}$ способствовало увеличению средней массы корнеплода на 31, 44 и 86 г соответственно.

От применения комплексного NPK с $S_7B_{0,15}Cu_{0,10}$ в дозе $N_{80}P_{60}K_{100}$ средняя масса корнеплода моркови повышалась на 38 г по сравнению с вариантом, где в таких же дозах применялись карбамид, аммонизированный суперфосфат и хлорид калия. Двукратная некорневая подкормка моркови микроудобрением с микроэлементами Лифдрип на фоне $N_{80}P_{60}K_{100}$ увеличивала среднюю массу корнеплода на 39 г. В результате трехкратной обработки посевов ЖКУ Агрикола Аква Вегета на фоне $N_{80}P_{60}K_{100}$ прирост средней массы корнеплода составил 12 г.

На фоне $N_{80}P_{60}K_{100}$ микроудобрение МикроСтим-Бор, Медь повышало среднюю массу корнеплода на 28 г, а на фоне $N_{100}P_{80}K_{130}$ не было отмечено увеличения средней массы корнеплода.

Двукратная обработка посевов микроудобрениями Эколист Бор, МикроСтим-Бор и МикроСтим-Медь на фоне $N_{80}P_{60}K_{100}$ обеспечило увеличение средней массы корнеплода моркови на 14, 9, и 6 г соответственно.

От применения регулятора роста Экосил на фоне $N_{80}P_{60}K_{100}$ средняя масса корнеплода возрастала на 9 г.

Наименьшее содержание каротина в корнеплодах моркови наблюдалось в варианте без применения удобрений – 12,1 мг/%. Внесение минеральных удобрений в дозах $N_{60}P_{60}K_{90}$, $N_{80}P_{60}K_{100}$ и $N_{100}P_{80}K_{130}$ повышало содержание каротина в моркови на 0,6; 0,9 и 1,3 мг/%.

При применении комплексного NPK с $S_7B_{0,15}Cu_{0,10}$ в основное внесение в дозе $N_{80}P_{60}K_{100}$ по сравнению с вариантом 3 отмечалось повышение содержания каротина в корнеплодах моркови на 1,3 мг/%.

Наибольшее содержание каротина в моркови было в варианте $N_{80}P_{60}K_{100}$ + Лифдрип – 14,7 мг/%, что выше на 1,7 мг/%, чем в фоновом варианте.

На фоне $N_{80}P_{60}K_{100}$ по сравнению с борными микроудобрениями Эколист Бор и МикроСтим-Бор, которые увеличивали содержание каротина в корнеплодах на 1,0 и 1,1 мг/% соответственно, медьсодержащее микроудобрение МикроСтим-Медь способствовало большему накоплению каротина в корнеплодах – 14,4 мг/%, что на 1,4 мг/% выше, чем в фоновом варианте.

Обработки посевов моркови регулятором роста Экосил и ЖКУ Агрикола Аква Вегета на фоне $N_{80}P_{60}K_{100}$ увеличивали содержание каротина на 0,5 мг/%.

От применения микроудобрения МикроСтим-Бор, Медь на фоне $N_{80}P_{60}K_{100}$ и $N_{100}P_{80}K_{130}$ содержание каротина в корнеплодах моркови увеличивалось на 0,7 и 0,4 мг/%.

В варианте без удобрений содержание сухого вещества в корнеплодах моркови составило 10,1 %. Минеральные удобрения в дозах $N_{60}P_{60}K_{90}$ и $N_{80}P_{60}K_{100}$ снижали содержание сухого вещества в корнеплодах на 0,3 и 0,4 % соответственно, а при внесении $N_{100}P_{80}K_{130}$, наоборот, происходило увеличение содержания сухого вещества на 1,0 %.

При внесении комплексного NPK с $S_7B_{0,15}Cu_{0,10}$ в дозе, эквивалентной фоновому варианту ($N_{80}P_{60}K_{100}$), содержание сухого вещества в корнеплодах возрастало в среднем за 2 года на 1,7 %.

В вариантах с трехкратным применением жидкого комплексного удобрения с микроэлементами Агрикола Аква Вегета и двукратной некорневой подкормкой комплексным удобрением с микроэлементами Лифдрип на фоне $N_{80}P_{60}K_{100}$ повышалось содержание сухого вещества на 0,6 и 2,1 % соответственно.

На фоне $N_{80}P_{60}K_{100}$ обработки посевов моркови микроудобрениями Эколист Бор, МикроСтим-Бор, МикроСтим-Медь и регулятором роста Экосил способствовали повышению содержания в корнеплодах сухого вещества на 2,0; 1,7; 1,1 и 1,6 % соответственно.

На фоне $N_{80}P_{60}K_{100}$ двукратная обработка посевов моркови микроудобрением МикроСтим-Бор, Медь увеличивала содержание сухого вещества в корнеплодах на 1,5 %, а на фоне $N_{100}P_{80}K_{130}$ – на 1,1 % соответственно.

Наименьшим содержанием сахаров отличались корнеплоды моркови, выращенные без удобрений. В данном варианте содержание сахаров составило 6,3 %. Минеральные удобрения в дозах $N_{60}P_{60}K_{90}$ и $N_{80}P_{60}K_{100}$ одинаково повышали содержание сахаров – на 0,5 %.

Комплексное NPK с $S_7B_{0,15}Cu_{0,10}$ увеличило содержание сахаров на 0,5 %, т. е. до 7,3 % относительно $N_{80}P_{60}K_{100}$.

На фонах $N_{80}P_{60}K_{100}$ и $N_{100}P_{80}K_{130}$ от применения микроудобрения МикроСтим-Бор, Медь содержание сахаров в корнеплодах моркови возрастало на 0,3 и 0,4 % соответственно.

Борсодержащие микроудобрения Эколист Бор и МикроСтим-Бор на фоне $N_{80}P_{60}K_{100}$ равнозначно увеличивали содержание сахаров в корнеплодах моркови на 1,1 %.

На фоне $N_{80}P_{60}K_{100}$ обработки посевов моркови регулятором роста Экосил, микроудобрением МикроСтим-Медь и комплексными удобрениями Лифдрип и Агрикола Аква Вегета повышали содержание сахаров в корнеплодах на 0,3; 0,6; 1,3 и 0,4 % соответственно.

В годы исследований уровень содержания нитратов в корнеплодах моркови не превышал ПДК (составляет 250 мг/кг сырой массы при поздних сроках уборки моркови).

Отмечено, что в 2018 г. содержание нитратов в корнеплодах было выше, чем в 2020 г., что, скорее всего, можно объяснить большим количеством осадков в 2020 г. по сравнению с 2018 г. Минимальным содержанием нитратов отличались корнеплоды в контрольном варианте – 131 и 44 мг/кг сырой массы. Минеральные удобрения в дозах $N_{60}P_{60}K_{90}$, $N_{80}P_{60}K_{100}$ и $N_{100}P_{80}K_{130}$ увеличивали содержание нитратов по отношению к контролю в 2018 г. на 41, 77 и 109 мг/кг сырой массы, а в 2020 г. – на 11, 13 и 39 мг/кг сырой массы соответственно.

По сравнению со стандартными формами минеральных удобрений (карбамид, аммонизированный суперфосфат, хлорид калия), которые вносили в дозе $N_{80}P_{60}K_{100}$, применение в эквивалентной дозе комплексного NPK с $S_7B_{0,15}Cu_{0,10}$ способствовало снижению концентрации нитратов в корнеплодах на 16 мг/кг в 2018 г. и 18 мг/кг сырой массы в 2020 г.

В вариантах $N_{80}P_{60}K_{100}$ + Эколист Бор и $N_{80}P_{60}K_{100}$ + МикроСтим-Бор в 2018 г. концентрация нитратов в корнеплодах снижалась на 56 и 50 мг/кг, а в 2020 – на 13 и 23 мг/кг.

Применение регулятора роста Экосил в 2018 г. не оказывало положительного влияния на снижение нитратов в корнеплодах моркови, а в 2020 г. в этом варианте опыта было отмечено снижение содержания нитратов в корнеплодах на 12 мг/кг сырой массы.

На фоне $N_{80}P_{60}K_{100}$ и $N_{100}P_{80}K_{130}$ обработка посевов микроудобрением МикроСтим-Бор, Медь в 2018 г. приводила к снижению накопления нитратов в моркови на 64 и 14 мг/кг, а в 2020 г. – на 9 и 8 мг/кг.

Микроудобрение МикроСтим-Медь на фоне $N_{80}P_{60}K_{100}$ в 2018 г. способствовало снижению содержания нитратов в корнеплодах на 58, а в 2020 г. – на 6 мг/кг.

В 2018 г. в варианте $N_{80}P_{60}K_{100}$ + Лифдрип содержание нитратов повышалось на 33 мг/кг, а в варианте $N_{80}P_{60}K_{100}$ + Агрикола Аква Вегета снижалось на 13 мг/кг. В 2020 г. в этих вариантах опыта по сравнению с фоном содержание нитратов в корнеплодах существенно не изменялось.

ВЫВОДЫ

1. Применение комплексных удобрений для основного внесения и некорневых подкормок, микроудобрений и регулятора роста способствовало увеличению массы листьев растений моркови на ранних этапах, увеличению урожайности корнеплодов и улучшению их качества.

2. На фоне $N_{100}P_{80}K_{130}$ двукратная обработка посевов микроудобрением МикроСтим-Бор,Медь увеличивала массу листьев моркови (в пересчете на одно растение) до 54,8 г в фазу технической спелости.

3. На фоне $N_{80}P_{60}K_{100}$ наиболее продуктивными оказались варианты с применением комплексного удобрения с микроэлементами Лифдрип (58,6 т/га) и микроудобрения МикроСтим-Бор,Медь (57,4 т/га). На фоне $N_{100}P_{80}K_{130}$ микроудобрение МикроСтим-Бор,Медь обеспечило наибольший уровень урожайности моркови в опыте – 65,3 т/га. При внесении NPK с $S_7V_{0,15}Cu_{0,10}$ (марка 16:12:20) в дозе $N_{80}P_{60}K_{100}$, по сравнению со стандартными формами удобрений (карбамид, аммонизированный суперфосфат и хлорид калия) в такой же дозе по д. в., урожайность корнеплодов моркови повышалась на 6,8 т/га и составила 56,6 т/га.

4. Во всех вариантах опыта отмечена высокая окупаемость 1 кг NPK 1 кг корнеплодов, однако наибольших значений этот показатель достигал в вариантах $N_{80}P_{60}K_{100}$ + Лифдрип (124 кг), $N_{80}P_{60}K_{100}$ + МикроСтим-Бор,Медь (119 кг), $N_{100}P_{80}K_{130}$ + МикроСтим-Бор,Медь (117 кг).

5. Максимальный выход товарных корнеплодов моркови получен в вариантах $N_{80}P_{60}K_{100}$ + Лифдрип (86,1 %) и $N_{100}P_{80}K_{130}$ + МикроСтим-Бор,Медь (85,9 %).

6. Более высокое содержание каротина и сахаров в корнеплодах обеспечивало применение комплексного удобрения с микроэлементами Лифдрип на фоне $N_{80}P_{60}K_{100}$ (14,7 мг/% и 8,1 %). Наиболее крупные корнеплоды моркови со средней массой 172 г и с содержанием сухого вещества (12,2 %) были получены в варианте $N_{80}P_{60}K_{100}$ + МикроСтим-Бор,Медь.

7. Изучаемые системы удобрения моркови с применением NPK с $S_7V_{0,15}Cu_{0,10}$, микроудобрений и регулятора роста способствовали снижению содержания нитратов в корнеплодах и обеспечивали значение этого показателя ниже ПДК.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Как вырастить морковь? // Институт овощеводства [Электронный ресурс]. – 2020. – Режим доступа: https://belniio.by/vyrastit_morkov.html. – Дата доступа: 10.11.2020.

2. Лапа, В. В. Стратегические вопросы ресурсосбережения в использовании удобрений / В. В. Лапа // Современные ресурсосберегающие технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси: сб. науч. материалов /

НПЦ НАН Беларуси по земледелию. – 2-е изд., доп. и перераб. – Минск, 2007. С. 42–47.

3. *Хорошкин, А. Б.* Питание овощных культур / А. Б. Хорошкин // Картофель и овощи. – 2014. – № 6. – С. 16–17.

4. *Аутко, А. А.* Современные технологии в овощеводстве / А. А. Аутко; под ред. А. А. Аутко. – Минск: Беларуская навука, 2012. – 489 с.

5. Современные технологии возделывания сельскохозяйственных культур: учебно-методическое пособие / И. Р. Вильдфлуш [и др.]; под ред. И. Р. Вильдфлуша, П. А. Саскевича. – Горки: БГСХА, 2016. – 383 с.

6. Государственный реестр сортов / Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, Государственная инспекция по испытанию и охране сортов растений; отв. ред. В. А. Бейня. – Минск, 2018. – 239 с.

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

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

9. 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.

EFFICIENCY OF THE APPLICATION OF COMPLEX, MACRO-, MICRO-FERTILIZERS AND EKOSIL GROWTH REGULATOR FOR CULTIVATION OF CARROTS ON SOD-PODZOLIC LIGHT-LOAMY SOIL

I. R. Vildflush, G. V. Pirogovskaya, N. E. Hizaneyshvili

Summary

The effectiveness of the use of complex, macro-, micronutrient fertilizers and growth regulator Ekosil in the cultivation of carrots on sod-podzolic light loamy soil.

The article presents the results of studies on the use of complex fertilizer with boron and copper for the main application, complex fertilizer with Lifdrip microelements, MicroStim micronutrient fertilizers for foliar dressing and Ekosil growth regulator when cultivating carrots on sod-podzolic light loamy soil. The effect of fertilizers on the yield of root crops and such quality indicators as marketability, dry matter content, sugars, carotene and nitrates was studied. It was found that, according to a set of indicators, the best was the use of a complex fertilizer with microelements Lifdrip. Over the years of research, the yield of root crops in this variant of the experiment was 58,6 t/ha with a payback of 1 kg NPK 124 kg of root crops, marketability – 86,1 %. The dry matter content in root crops was 11,8 %, carotene – 14,7 mg/%, sugars – 8,1 %.

Поступила 17.11.20