

ВЛИЯНИЕ МАКРО-, МИКРО-, КОМПЛЕКСНЫХ УДОБРЕНИЙ И РЕГУЛЯТОРА РОСТА ЭКОСИЛ НА УРОЖАЙНОСТЬ КОРНЕПЛОДОВ МОРКОВИ И ВЫНОС ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ

Н. Э. ХИЗАНЕЙШВИЛИ

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

(Поступила в редакцию 11.01.2021)

Известно, что с помощью удобрений можно управлять как количественными, так и качественными показателями урожая сельскохозяйственных культур. Овощные культуры, в том числе и морковь, являются незаменимыми и важными продуктами питания человека. Оптимизация минерального питания растений требует определения доз удобрений под планируемый урожай, создания оптимальных уровней и соотношения элементов питания в почве.

В статье представлены результаты исследований по применению отечественных жидких микроудобрений с регулятором роста МикроСтим, регулятора роста Экосил, ЖКУ Агрикола вегета аква, комплексного удобрения для некорневых подкормок Лифдруп и комплексного АФК удобрения с микроэлементами для предпосевного внесения при возделывании моркови на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве. Отмечена высокая эффективность некорневых подкормок изучаемыми комплексными и микроудобрениями. Наибольшая урожайность моркови и значение окупаемости 1 кг NPK кг корнеплодов была в варианте с применением МикроСтим Бор, Медь на фоне минеральных удобрений в дозе $N_{100}P_{80}K_{130}$ – 65,3 т/га и 117 кг соответственно. Применение регулятора роста, комплексных и микроудобрений повышало урожайность моркови, а вместе с тем и общий вынос элементов питания. При этом значения удельного выноса элементов питания по вариантам опыта существенно не изменялись. Наибольший общий вынос азота (167 кг/га), фосфора (97 кг/га) и калия (456 кг/га) был в варианте с применением МикроСтим Бор, Медь на фоне минеральных удобрений. Также в этом варианте был отмечен наибольший общий вынос меди (57,1 г/га), цинка (121,4 г/га) и марганца (359,2 г/га). В результате исследований отмечено, что значения удельного выноса макро- и микроэлементов существенно не отличались по вариантам опыта.

Ключевые слова: морковь, урожайность, удобрения, вынос элементов питания, микроэлементы.

It is known that with the help of fertilizers it is possible to control both quantitative and qualitative indicators of agricultural crops. Vegetable crops, including carrots, are irreplaceable and important human food products. Optimization of the mineral nutrition of plants requires determining the doses of fertilizers for the planned harvest, creating optimal levels and ratio of nutrients in the soil.

The article presents results of studies on the use of domestic liquid micronutrient fertilizers with the growth regulator MicroStim, growth regulator Ecosil, liquid complex fertilizer Agricola vegeta aqua, complex fertilizer for foliar dressing Leafdrip and complex NPK fertilizer with microelements for pre-sowing application when cultivating carrots on soddy-podzolic soil. High efficiency of foliar dressing with the studied complex and micronutrient fertilizers was noted. The highest yield of carrots and the payback value of 1 kg of NPK per 1 kg of root crops was in the variant with the use of MicroStim Boron, Copper against the background of mineral fertilizers at a dose of $N_{100}P_{80}K_{130}$ – 65.3 t / ha and 117 kg, respectively. The use of a growth regulator, complex and micronutrient fertilizers increased the yield of carrots, and at the same time, the overall removal of nutrients. At the same time, the values of specific removal of nutrients according to the variants of the experiment did not change significantly. The largest total removal of nitrogen (167 kg / ha), phosphorus (97 kg / ha) and potassium (456 kg / ha) was in the variant with MicroStim Boron, Copper against the background of $N_{100}P_{80}K_{130}$. Also in this variant, the highest total removal of copper (57.1 g / ha), zinc (121.4 g / ha) and manganese (359.2 g / ha) was noted. As a result of the research, it was noted that the values of specific removal of macro- and microelements did not differ significantly according to the variants of the experiment.

Key words: carrots, productivity, fertilizers, removal of nutrients, microelements.

Введение

При решении задачи обеспечения населения и перерабатывающих предприятий овощной продукцией важное место занимают интенсификация технологий возделывания овощных культур со снижением себестоимости продукции, сокращением ручного труда, а также оптимизацией питания растений, которое тесно связано с наличием в почве подвижных форм элементов и доступностью их для растений [1]. Сбалансированное питание растений имеет важное значение для обеспечения высокой продуктивности сельскохозяйственных культур и в получении продукции высокого качества. Поэтому для построения эффективной системы удобрения важно определять химический состав продукции и вынос растениями элементов питания [2].

Морковь занимает важное место в овощеводстве Беларуси. В структуре посевных площадей овощных культур морковь вместе со свеклой столовой занимают около 15 % [3]. Пользу моркови для организма человека сложно переоценить. Корнеплоды содержат в себе все известные витамины, минеральные соли, обладает широким спектром лечебных свойств [4]. Известно, что часть потребности в моркови покрывается за счет импорта – на прилавках магазинов всегда можно встретить морковь из Нидерландов, Польши и других стран. Республика Беларусь, располагая почвенно-климатическими условиями, которые пригодны для возделывания моркови, в состоянии полностью обеспечить население и перерабатывающие предприятия свежими корнеплодами. Следовательно, актуальным является стремление к повышению урожайности моркови путем совершенствования и оптимизации систем удобрения. Исследования по изучению влияния комплексных, макро-, микроудобрений и регуляторов роста

на урожайность, качество и вынос элементов питания при возделывании моркови, проводившиеся Г. В. Пироговской, М. В. Раком, Д. Г. Мысливец, М. Ф. Степура, А. А. Аутко, показали высокую эффективность их применения [3, 5, 6]. Однако на данный момент не имеется данных по аналогичным исследованиям на дерново-подзолистых почвах северо-восточной части Беларуси.

Цель исследований – изучить влияние минеральных удобрений в сочетании с некорневыми подкормками жидкими микроудобрениями с регулятором роста МикроСтим, а также комплексных удобрений для основного внесения и некорневых подкормок на урожайность корнеплодов моркови, оценить содержание в основной и побочной продукции элементов питания, а также общий и удельный вынос макро- и микроэлементов на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве в условиях северо-восточной части Беларуси.

Основная часть

Полевой опыт с морковью сорта Самсон закладывался в 2018 и 2020 гг. на опытном поле УНЦ «Опытные поля УО БГСХА». Почва опытного участка дерново-подзолистая, по гранулометрическому составу легкосуглинистая, подстилаемая моренным суглинком с глубины около 1 м. Содержание гумуса в годы исследований было средним –1,8 %, pH=5,9–6,1, содержание подвижных форм фосфора и калия – повышенное (202–209 и 275–295 мг/кг почвы соответственно). Содержание подвижных форм меди было средним (1,51–1,57 мг/кг почвы), цинка – низким (1,53–1,63 мг/кг почвы).

Общая площадь делянки составляла 19,6 м², учетная – 12,6 м², повторность опыта четырехкратная. Предшественник – картофель. Посев моркови осуществлялся в 1 декаде мая на гребне по схеме 10+60 см с шириной междурядий 70 см. В период вегетации моркови проводились фенологические наблюдения, осуществлялась химическая защита посевов от сорной растительности. Уборку урожая корнеплодов и ботвы проводили в конце сентября вручную 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 польское микроудобрение Эколист В (150 г/л бора). Комплексное азотно-фосфорно-калийное удобрение марки 16:12:20 с S₇V_{0,15}Cu_{0,10} вносили перед посевом под культивацию, ЖКУ Агрикола вегета аква вносили трижды путем некорневой подкормки: по 3 л/га через месяц после всходов, через 15 дней после 1-й обработки и через 15 дней после 2-й обработки. Некорневую подкормку комплексным удобрением Лифдрил проводили дважды: по 5 кг/а в фазу 3–4 листьев, и в фазу начала образования корнеплода.

Статистическая обработка полученных данных проводилась по методикам Б. А. Доспехова [8] и М. Дембицкого [9].

За годы исследований наименьшая урожайность корнеплодов моркови была в варианте без удобрений – 28,9 т/га (табл. 1). Внесение минеральных удобрений в дозах N₆₀P₆₀K₉₀, N₈₀P₆₀K₁₀₀ и N₁₀₀P₈₀K₁₃₀ повышало урожайность корнеплодов на 16,7, 20,9 и 36,4 т/га, а окупаемость 1 кг NPK кг корнеплодов в этих вариантах составляла 80, 87 и 102 кг соответственно.

Таблица 1. Урожайность моркови и содержание макроэлементов в ботве и корнеплодах в зависимости от применяемых макро- и микроудобрений, среднее за 2018 и 2020 гг.

Вариант	Урожайность, т/га	Окупаемость 1 кг NPK, кг корнеплодов	Содержание в корнеплодах, %			Содержание в ботве, %		
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1. Контроль (без удобрений)	28,9	–	1,14	0,86	4,65	1,93	0,68	4,50
2. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀	45,6	80	1,31	0,85	4,09	1,85	0,70	4,96
3. N ₈₀ P ₆₀ K ₁₀₀ – фон 1	49,8	87	1,43	0,93	4,43	1,77	0,69	4,37
4. N ₈₀ P ₆₀ K ₁₀₀ (NPK с S ₇ V _{0,15} Cu _{0,10})	56,6	115	1,25	0,92	4,29	1,74	0,64	4,61
5. Фон 1 + Эколист В	54,8	108	1,25	0,86	4,24	1,98	0,65	4,28
6. Фон 1 + МикроСтим В	54,5	107	1,42	0,90	4,30	2,29	0,70	4,06
7. Фон 1 + Экосил	52,3	98	1,34	0,94	4,16	2,19	0,73	4,86
8. Фон 1 + МикроСтимCu	55,4	110	1,37	0,92	4,14	1,97	0,73	4,54
9. Фон 1 + МикроСтим В, Cu	57,4	119	1,48	1,02	4,07	1,95	0,69	4,70
10. Фон 1 + Лифдрил	58,6	124	1,41	1,08	4,26	2,02	0,80	4,63
11. Фон 1 + Агрикола вегета аква	52,9	100	1,58	0,98	4,26	1,95	0,76	4,98
12. N ₁₀₀ P ₈₀ K ₁₃₀ – фон 2	60,5	102	1,43	0,90	4,54	2,09	0,68	4,88
13. Фон 2 + МикроСтим В, Cu	65,3	117	1,42	1,00	4,29	1,94	0,63	4,23
НСР ₀₅	1,35	–	0,07	0,06	0,18	0,09	0,04	0,17

Комплексное удобрение для основного внесения марки 16:12:20 с $S_7V_{0,15}Cu_{0,10}$ 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 кг корнеплодов при этом составила 115 кг.

Двукратная некорневая подкормка посевов моркови микроудобрениями Эколист В и МикроСтим В 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 кг корнеплодов 108 и 107 кг.

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

На фоне $N_{100}P_{80}K_{130}$ двукратное применение микроудобрения МикроСтим В, Cu 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.

Применение удобрений оказывало наиболее существенное влияние на содержание в корнеплодах и ботве моркови азота. Внесение минеральных удобрений в дозах $N_{60}P_{60}K_{90}$ и $N_{80}P_{60}K_{100}$ в сравнении с контрольным вариантом без удобрений повышало содержание азота в корнеплодах в среднем за три года на 0,17 и 0,29 % соответственно.

Наиболее существенное влияние на содержание азота в корнеплодах моркови оказало применение комплексного АФК удобрения с серой, бором и медью в дозе, эквивалентной варианту 3, где использовались карбамид, суперфосфат аммонизированный и хлорид калия, и применение Эколист В на фоне $N_{80}P_{60}K_{100}$ – в этих вариантах содержание азота в корнеплодах снижалось на 0,18 % соответственно.

В ботве содержание азота при применении микроудобрений и регулятора роста повышалось на 0,18–0,52 %, а на фоне повышенных доз минеральных удобрений $N_{100}P_{80}K_{130}$ двукратная некорневая подкормка микроудобрением МикроСтим В, Cu снижала содержание азота в ботве на 0,15 %.

Наибольшее содержание азота в корнеплодах моркови было отмечено в варианте $N_{90}P_{80}K_{130}$ + Агрикола вегета аква – 1,58 %, в ботве – в варианте $N_{80}P_{60}K_{100}$ + МикроСтим В (2,29 %).

Содержание фосфора в корнеплодах и ботве по вариантам опыта значительно не изменялось.

Содержание калия в корнеплодах моркови, в отличие от его содержания в ботве, было более стабильным и не имело существенных изменений при применении удобрений и регуляторов роста. Наиболее значительно содержание калия в ботве моркови возрастало в вариантах, где на фоне $N_{80}P_{60}K_{100}$ применяли регулятор роста Экосил (+ 0,49 %) и ЖКУ Агрикола вегета аква (+ 0,61 %).

На фоне повышенных доз удобрений $N_{100}P_{80}K_{130}$ обработка посевов моркови МикроСтим В, Cu наоборот – способствовала снижению содержания калия в ботве на 0,65 %, а в корнеплодах – на 0,25 %.

Отмечено, что в ботве моркови содержание меди было почти в 2, а марганца – в 3,5–6 раз больше, чем в корнеплодах (табл. 2). Накопление цинка было практически одинаковым как в корнеплодах, так и в ботве моркови. Наибольшим содержанием меди и цинка отличались корнеплоды моркови в варианте с комплексным удобрением с серой, бором и медью – 4,89 мг/кг сухой массы, марганца – в варианте с $N_{100}P_{80}K_{130}$ +МикроСтим В, Cu – 20,03 мг/кг.

Таблица 2. Влияние макро- и микроудобрений и регуляторов роста на содержание микроэлементов в корнеплодах и ботве моркови, среднее за 2018 и 2020 гг.

Вариант опыта	Содержание в корнеплодах, %			Содержание в ботве, %		
	Cu	Zn	Mn	Cu	Zn	Mn
1. Контроль (без удобрений)	3,50	8,18	13,32	5,98	8,70	72,54
2. $N_{60}P_{60}K_{90}$	3,04	8,39	15,07	6,10	8,97	78,76
3. $N_{80}P_{60}K_{100}$ – фон 1	3,65	9,28	15,67	6,36	7,96	83,10
4. $N_{80}P_{60}K_{100}$ (NPK с $S_7V_{0,15}Cu_{0,10}$)	4,89	11,35	15,48	7,52	8,19	96,24
5. Фон 1 + Эколист В	3,99	10,40	17,41	6,83	8,74	81,90
6. Фон 1 + МикроСтим В	3,51	10,12	17,57	6,80	9,09	93,86
7. Фон 1 + Экосил	3,92	9,89	18,59	6,54	9,62	73,34
8. Фон 1 + МикроСтимCu	4,80	9,47	18,96	8,15	8,60	82,93
9. Фон 1 + МикроСтим В, Cu	4,13	9,37	19,33	7,25	8,83	78,04
10. Фон 1 + Лифдрип	4,48	10,70	18,91	7,47	10,01	76,28
11. Фон 1 + Агрикола вегета аква	3,86	10,00	17,34	6,73	10,31	71,97
12. $N_{100}P_{80}K_{130}$ – фон 2	4,31	12,96	19,43	7,44	11,19	65,79
13. Фон 2 + МикроСтим В, Cu	4,65	10,97	20,03	7,41	12,58	73,51
НСР ₀₅	0,228	0,445	0,751	0,356	0,422	2,789

Практически во всех вариантах опыта, где применялись комплексные и микроудобрения, происходило повышение содержания исследуемых микроэлементов как в основной, так и в побочной продукции. Это можно объяснить, скорее всего, усилением метаболизма в растениях и активным вовлечением микроэлементов в биохимические реакции в растениях, что, в свою очередь и приводило к повышению урожайности моркови.

Значения общего выноса макро- и микроэлементов зависели от урожайности моркови и их содержания в основной и побочной продукции. Значительное влияние на увеличение выноса элементов питания оказывали комплексные, макро-, микроудобрения и регулятор роста, что связано с увеличением урожайности (табл. 3, табл. 4).

Таблица 3. **Общий и удельный вынос макроэлементов растениями моркови в зависимости от применения удобрений и регуляторов роста, среднее за 2018 и 2020 гг.**

Вариант опыта	Общий вынос, кг/га			Удельный вынос, кг/т		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1. Контроль (без удобрений)	56	33	187	1,9	1,1	6,5
2. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀	90	50	268	2,0	1,1	5,8
3. N ₈₀ P ₆₀ K ₁₀₀ – фон 1	100	57	291	2,0	1,1	5,8
4. N ₈₀ P ₆₀ K ₁₀₀ (НРК с S7B _{0,15} Cu _{0,10})	122	74	393	2,2	1,3	6,9
5. Фон 1 + Эколист В	126	71	373	2,3	1,3	6,8
6. Фон 1 + МикроСтим В	139	72	360	2,6	1,3	6,6
7. Фон 1 + Экосил	126	71	351	2,4	1,4	6,7
8. Фон 1 + МикроСтимCu	123	71	353	2,2	1,3	6,3
9. Фон 1 + МикроСтим В, Cu	139	82	377	2,4	1,4	6,5
10. Фон 1 + Лифдрил	145	94	404	2,5	1,6	6,9
11. Фон 1 + Агрикола вегета аква	124	69	331	2,4	1,3	6,2
12. N ₁₀₀ P ₈₀ K ₁₃₀ – фон 2	147	77	420	2,4	1,3	6,9
13. Фон 2 + МикроСтим В, Cu	167	97	456	2,5	1,5	7,0

С увеличением доз минеральных удобрений по сравнению с неудобренным контрольным вариантом увеличивался общий вынос элементов питания. При внесении N₆₀P₆₀K₉₀, N₈₀P₆₀K₁₀₀ и N₁₀₀P₈₀K₁₃₀ вынос азота возрастал в 1,6, 1,8 и 2,6 раза, фосфора – в 1,5, 1,7 и 2,3 раза, калия – в 1,4, 1,6 и 2,2 раза соответственно. При этом вынос меди, цинка и марганца повышался в зависимости от доз минеральных удобрений в 1,4–2,7, 1,6–3,4, и 1,6–2,3 раз соответственно.

Таблица 4. **Общий и удельный вынос микроэлементов растениями моркови в зависимости от применения удобрений и регуляторов роста, среднее за 2018 и 2020 гг.**

Вариант опыта	Общий вынос, кг/га			Удельный вынос, кг/т		
	Cu	Zn	Mn	Cu	Zn	Mn
1. Контроль (без удобрений)	17,1	33,9	122,9	0,6	1,2	4,3
2. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀	24,0	52,6	200,7	0,5	1,2	4,4
3. N ₈₀ P ₆₀ K ₁₀₀ – фон 1	28,9	58,7	223,2	0,6	1,2	4,5
4. N ₈₀ P ₆₀ K ₁₀₀ (НРК с S7B _{0,15} Cu _{0,10})	51,0	94,3	329,5	0,9	1,7	5,8
5. Фон 1 + Эколист В	41,8	87,1	301,5	0,8	1,6	5,5
6. Фон 1 + МикроСтим В	37,4	83,4	318,2	0,7	1,5	5,8
7. Фон 1 + Экосил	37,4	79,2	269,4	0,7	1,5	5,1
8. Фон 1 + МикроСтимCu	47,8	76,6	298,4	0,9	1,4	5,4
9. Фон 1 + МикроСтим В, Cu	44,8	82,6	310,8	0,8	1,4	5,4
10. Фон 1 + Лифдрил	48,7	97,6	311,3	0,8	1,7	5,3
11. Фон 1 + Агрикола вегета аква	34,4	74,9	236,9	0,6	1,4	4,5
12. N ₁₀₀ P ₈₀ K ₁₃₀ – фон 2	46,7	114,8	281,6	0,8	1,9	4,7
13. Фон 2 + МикроСтим В, Cu	57,1	121,4	359,2	0,9	1,9	5,6

Изучаемые микро-, комплексные удобрения и регуляторы роста способствовали увеличению выноса азота, фосфора и калия. Максимальный общий вынос азота, фосфора и калия был при применении МикроСтим В, Cu на фоне N₁₀₀P₈₀K₁₃₀ – 167, 97 и 456 кг/га соответственно. В этом же варианте был отмечен наибольший вынос меди (57,1 г/га), цинка (121,4 г/га) и марганца (359,2 г/га).

Удельный вынос азота и фосфора, калия и микроэлементов на 1 т основной и соответствующее количество побочной продукции моркови существенно не изменялся.

Заключение

1. Наибольшая урожайность корнеплодов моркови и окупаемость 1 кг НРК кг корнеплодов за годы исследований была в вариантах с применением микроудобрения МикроСтим Бор, Медь на фоне минеральных удобрений N₁₀₀P₈₀K₁₃₀, которая составила 65,3 т/га и 117 кг соответственно.

2. По влиянию на урожайность моркови и окупаемость 1 кг НРК кг корнеплодов белорусское микроудобрение МикроСтим Бор не уступает польскому Эколист Бор, поэтому его можно использовать для импортозамещения.

3. Общий вынос элементов питания растениями моркови возрастал при применении макро- и микроудобрений, и наибольших значений достигал в варианте $N_{100}P_{80}K_{130}$ +МикроСтим Бор, Медь: 167 кг/га по азоту, 97 кг/га по фосфору и 456 кг/га по калию. Максимальным был в этом варианте и вынос микроэлементов: 57,1 г/га меди, 121,4 г/га цинка и 359,2 г/га марганца.

4. Значения удельного выноса макро- и микроэлементов существенно не различались по вариантам опыта и составляли по азоту от 1,9 до 2,6 кг/т, по фосфору – 1,1–1,6 кг/т, по калию – 5,8–7 кг/т. Удельный вынос меди составлял 0,5–0,9 г/т, цинка – 1,2–1,9 г/т марганца – 4,3–5,8 г/т.

ЛИТЕРАТУРА

1. Современные технологические приемы возделывания овощных культур: научный обзор / Г. Т. Балакай [и др.]; ФГНОУ РосНИИПМ. – Новочеркасск, 2011. – 102 С.

2. Вынос и баланс элементов питания в зернотравяном севообороте на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве / В. В. Лапа [и др.] // Почвоведение и агрохимия. – 2013. – № 2 (51). – С. 143–150.

3. Степуро, М. Ф. Комплексная оценка агроприемов возделывания столовых корнеплодов по биопродуктивным и качественным показателям / М. Ф. Степуро, А. А. Аутко // Природопользование. – 2011. – № 11. – С. 111–116.

4. Рынок овощей «борщового набора» / Т. Кучеренко // Овощеводство. – 2011. – № 12 (84). – С. 34–40.

5. Влияние минеральных удобрений с добавками микроэлементов и регуляторов роста растений на урожайность и качество сельскохозяйственной продукции / Г. В. Пироговская // Почвоведение и агрохимия. – 2013. – № 2 (51). – С. 177–191.

6. Влияние комплексных удобрений с микроэлементами и орошения на урожайность и качество моркови на дерново-подзолистой супесчаной почве: автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук: 06.01.04 / Д. Г. Мысливец; РУП «Ин-т почвоведения и агрохимии». – Минск, 2015. – 21 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. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М.: Колос, 1985. – 235 с.

9. Дзямбіцкі, М. Ф. Асаблівасці дысперсійнага аналізу вынікаў шматгадовага палявога доследу / М. Ф. Дзямбіцкі // Весці Акадэміі аграрных навук Беларусі. – 1994. – № 3 – С. 60–64.