

ЭФФЕКТИВНОСТЬ МАКРО- И МИКРОУДОБРЕНИЙ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ГОРОХА НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ЛЕГКОСУГЛИНИСТОЙ ПОЧВЕ

О.И. Мишура

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

ВВЕДЕНИЕ

Содержание подвижных форм микроэлементов в почвах служит основой для разработки технологий применения микроудобрений в конкретных условиях. Недостаточное содержание их подвижных форм в почве зачастую является фактором, лимитирующим формирование урожая сельскохозяйственных культур и качество продукции [1, 2, 3, 4].

Бор положительно влияет на фотосинтез, углеводный, белковый и нуклеиновый обмен, на оплодотворение, плодообразование и урожайность семян бобовых и других культур. Увеличение урожайности семян, очевидно, связано с тем, что бор усиливает рост пыльцевых трубок, прорастание пыльцы, увеличивает количество цветков и плодов [5].

Важное значение бор имеет для развития клубеньков на корнях бобовых растений. Исследованиями ряда ученых было установлено, что при недостатке бора клубеньки имеют ненормальное строение. Это объясняется тем, что бактериозная ткань почти не развивается и трахеиды не соединяются с сосудистой системой корня растений. В результате этого бактерии не могут получить необходимый материал и нарушается симбиоз растений и клубеньковых бактерий [6]. Чаще недостаток бора наблюдается в засушливые годы при избыточном внесении азотных удобрений и известии.

Молибден является необходимым компонентом всех растительных и животных организмов. Он входит в состав фермента нитратредуктазы, а также в фермент нитрогеназу, участвующего в фиксации атмосферного азота микроорганизмами, как свободноживущими, так и клубеньковыми бактериями, живущими на корнях бобовых культур. При недостатке молибдена тормозится процесс восстановления нитратов в растениях, замедляется биосинтез аминокислот, амидов, белков, в повышенных количествах накапливаются нитраты. Это приводит не только к снижению урожая, но и ухудшению его качества. Оптимальная концентрация молибдена в растениеводческой продукции – 0,20-0,25 мг/кг сухого вещества [6].

В настоящее время в связи с возросшим плодородием почв, снижением почвенной кислотности и необходимостью получения сбалансированного по элементам минерального питания корма проблема оптимизации питания растений микроэлементами особенно актуальна. Ее значимость определяется дефицитом белка и микроэлементов в урожае. В связи с этим большое значение имеет оценка микроэлементного состава растениеводческой продукции, установление оптимальных доз и способов внесения микроэлементов, обеспечивающих повышение урожайности и качества сельскохозяйственных культур.

Цель исследований – изучение агроэкономической эффективности действия и влияния новых форм микроудобрений на урожайность и качество семян гороха.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Для изучения новых форм однокомпонентных и многокомпонентных микроудобрений на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, подстилаемой с глубины около 1 м моренным суглинком, в 2009-2010 гг. были проведены полевые опыты с горохом сорта Миллениум. Общая площадь делянки – 36 м², учетная – 24,7 м², повторность – четырехкратная. Норма высева семян гороха – 1,5 млн. на 1 га. Посев гороха произведен немецкой сеялкой “RAU”. Химическая прополка проведена гербицидом Пивот в дозе 0,8 л/га.

В фазу бутонизации проводилась обработка посевов гороха микроудобрениями ЭлеГум Бор (1 л/га), Эколист для зернобобовых культур (2 л/га), Витамаром 3 (1 л/га) и Басфолиар 36 Экстра (4 л/га).

Комплексное удобрение Эколист для зернобобовых культур содержит следующие компоненты: N – 10,5%, K₂O – 5,1%, MgO – 2,5%, B – 0,38%, Cu – 0,45%, Fe – 0,07%, Mn – 0,05%, Mo – 0,0016%, Zn – 0,19%. Микроудобрение Элегум В содержит на 1 л 150 г бора и 10 г гуминовых веществ.

Комплексное удобрение Витамар 3 содержит: MgSO₄·7H₂O – 220 г, H₃BO₃ – 20, ZnSO₄·7H₂O – 20 г, MnSO₄·4H₂O – 120 г, CuSO₄·5H₂O – 260 г, (NH₄)₆Mo₇O₂₄·4H₂O – 10 г, FeSO₄·6H₂O – 10 г, Соль Мора (NH₄)₂SO₄·FeSO₄·6H₂O – 10 г, гуматы – 50 мл на 1 л раствора.

Комплексное микроудобрение Басфолиар 36 Экстра имеет следующий состав: N – 36,3%, Mg – 4,3%, Mn – 1,34%, Cu – 0,27%, FeO – 0,03%, B – 0,003%, Zn – 0,013%, Mo – 0,01%.

Учеты, отбор проб и наблюдения, анализы почвенных и растительных образцов проводились по общепринятым методикам в соответствии с ГОСТ и ОСТ. Математическая обработка результатов опыта проводилась по Доспехову, экономическая эффективность применения удобрений – по методике Института почвоведения и агрохимии [7].

В 2009 г. май месяц характеризовался температурой воздуха несколько ниже среднемноголетней нормы, но с существенно большим количеством выпавших осадков (на 31,7 мм). Июнь месяц был также, как и май, с несколько меньшим по сравнению со среднемноголетними данными температурным фоном и значительно большим количеством выпавших осадков.

Июль месяц характеризовался температурой воздуха и количеством выпавших осадков несколько превышающими среднемноголетние данные. В августе месяце температура воздуха и количество выпавших осадков было ниже среднемноголетних значений.

Запасы влаги в слое 0-20 см в большинстве месяцев вегетационного периода приближались к оптимальным. Лишь в первой и второй декадах июня, июля и августа отмечался недостаток влаги.

Май месяц в 2010 году оказался значительно теплее (на +2,7°C) по сравнению со среднемноголетними данными. Осадков в этом месяце выпало в 1,6 раза больше нормы. В первой декаде мая выпала почти месячная норма осадков, что отодвинуло сроки сева в связи с переувлажнением почвы.

2. Плодородие почв и применение удобрений

В июне и июле месяце 2010 года при температуре воздуха на 2,6° и 5,7°С выше нормы выпало осадков только 73 и 27% от нормы. ГТК в июле составил 0,3 при норме 1,6. Резкий недостаток влаги в третьей декаде июня (17% от нормы) и в июле месяце оказывали неблагоприятное влияние на рост растений.

Агрохимические показатели почв, приведенные в таблице 1, свидетельствуют о том, что почва опытных участков имела слабокислую реакцию, недостаточное содержание гумуса, повышенное содержание подвижного фосфора и калия, низкое и среднее содержание водорастворимого бора.

Таблица 1

Агрохимическая характеристика почвы опытных участков до закладки опыта

Годы	Гумус, %	рН _{КСИ}	Нг	S	T	V, %	P ₂ O ₅	K ₂ O	B
			м-экв на 100 г почвы						
2009	1,70	5,7	2,3	15,4	17,7	86	186	197	0,29
2010	1,71	5,8	1,9	15,7	17,7	89	202	213	0,32

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Обработка посевов гороха микроудобрением ЭлеГум Бор, который содержит бор и стимулятор роста гуматы, повышала урожайность семян гороха на 4,4 ц/га. На таком же уровне получена прибавка урожайности семян гороха (4,2 ц/га) на фоне N₃₀P₆₀K₉₀ и при использовании комплексного препарата Витамар, содержащего микроэлементы и регулятор роста гуматы.

Применение многокомпонентных микроудобрений Басфолиар 36 Экстра и Эколист для зернобобовых культур, которые производятся польскими фирмами «Адоб» и «Экоплон», в 2009 году повышали урожайность семян гороха на фоне N₃₀P₆₀K₉₀ на 5,3 и 6,2 ц/га. В этих вариантах была получена и максимальная урожайность семян гороха, которая составила 41,4 и 42,3 ц/га соответственно (табл. 2).

Таблица 2

Влияние макро- и микроудобрений на урожайность семян гороха

Вариант	Урожайность, ц/га			Прибавка к контролю, ц/га	Окупаемость 1 кг НРК кг зерна
	2009 г.	2010 г.	средняя		
1. Без удобрений	31,9	21,8	26,9	–	–
2. N ₁₆ P ₆₀ K ₉₀	35,7	28,5	32,1	5,2	3,1
3 N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀	36,1	35,3	35,7	8,8	4,9
4. N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀ + ЭлеГум Бор	40,7	40,0	40,4	13,5	7,5
5. N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀ + Витамар 3	40,3	40,6	40,5	13,6	7,6
6. N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀ + Басфолиар 36 Экстра	41,4	39,4	40,4	13,5	7,5
7. N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀ + Эколист для зернобобовых культур	42,3	39,7	41,0	14,1	7,8
НСР ₀₅	2,3	3,2	2,0		

В 2010 году, который характеризовался меньшим количеством осадков в июне месяце и июле месяце по сравнению со среднегодовалыми данными, наиболее

существенное снижение урожайности зерна гороха наблюдалось в варианте без внесения удобрений. В большинстве удобряемых вариантов также прослеживается тенденция к снижению урожайности, но в меньшей мере, чем в неудобренном контроле (табл. 2).

Применение комплексных препаратов, содержащих микроэлементы и регуляторы роста (ЭлеГум Бор и Витамар 3), существенно снижало отрицательное влияние недостаточного увлажнения во второй половине вегетации в 2010 г. В меньшей мере влияло в этом направлении применение комплексных микроудобрений Басфолиар 36 Экстра и Эколист для зернобобовых культур. Достаточно эффективным было применение микроудобрения ЭлеГум Бор и комплексного препарата, содержащего микроудобрения регулятор роста (Витамар), а также комплексных микроудобрений (Басфолиар 36 Экстра и Эколист). В среднем за 2009-2010 гг. обработка посевов в фазе бутонизации микроудобрениями ЭлеГум Бор, Витамар, Басфолиар 36 Экстра, Эколист для зернобобовых культур на фоне $N_{30}P_{60}K_{90}$ повышала урожайность семян гороха на 4,7, 4,8, 4,7 и 5,3 ц/га соответственно, т.е. их действие было на одном уровне. В этих вариантах была максимальная урожайность семян (40,4-41,0 ц/га) и окупаемость 1 кг NPK (7,5-7,8 кг) семян.

Применение $N_{30}P_{60}K_{90}$ способствовало по сравнению с неудобренным контролем в среднем за 2009-2010 гг. увеличению массы 1000 семян на 4,9 г и содержанию сырого белка на 2,87%. Из применяемых микроудобрений наиболее существенное влияние на возрастание массы 1000 семян оказал Эколист для зернобобовых культур, под действием которого масса 1000 семян возросла на 3,6 г (табл. 3).

Таблица 3

**Влияние макро- и микроудобрений на качество семян гороха
(среднее за 2009-2010 гг.)**

Вариант	Масса 1000 семян, г	Сырой белок, %	Выход сырого белка, ц/га
1. Без удобрений	154,22	21,23	4,91
2. $N_{16}P_{60}K_{90}$	161,98	23,76	6,56
3 $N_{30}P_{60}K_{90}$	159,07	24,10	7,40
4. $N_{30}P_{60}K_{90}$ +ЭлеГум Бор	158,82	22,71	7,89
5. $N_{30}P_{60}K_{90}$ +Витамар 3	152,48	23,31	8,12
6. $N_{30}P_{60}K_{90}$ +Басфолиар 36 Экстра	160,06	23,68	8,23
7. $N_{30}P_{60}K_{90}$ +Эколист для зернобобовых культур	162,62	23,39	8,25

Содержание сырого белка в семенах гороха под влиянием микроудобрений имело тенденцию к снижению по сравнению с фоном $N_{30}P_{60}K_{90}$. Это, по-видимому, связано с увеличением урожайности семян в этих вариантах опыта и со снижением содержания сырого белка вследствие биологического разбавления. Однако сбор сырого белка в вариантах с некорневыми подкормками микроэлементами возрос в связи с увеличением урожайности семян. Максимальный сбор сырого белка 8,25 ц/га отмечен при использовании Эколист для зернобобовых культур (табл. 3).

Таблица 4

**Содержание основных элементов питания в семенах гороха
(среднее за 2009-2010 гг.)**

Вариант	Содержание макроэлементов, % на сух. вещество		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1. Без удобрений	3,40	1,26	1,41
2. N ₁₆ P ₆₀ K ₉₀	3,81	1,31	1,37
3 N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀	3,86	1,32	1,42
4. N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀ + ЭлеГум Бор	3,76	1,21	1,35
5. N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀ + Витамар 3	3,73	1,19	1,37
6. N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀ + Басфолиар 36 Экстра	3,79	1,29	1,38
7. N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀ + Эколист для зернобобовых культур	3,75	1,25	1,37

Наиболее высоким содержание азота (3,86%) было при внесении N₃₀P₆₀K₉₀. При применении микроудобрений содержание азота по сравнению с фоном N₃₀P₆₀K₉₀ существенно не изменялось или прослеживалась тенденция к его небольшому снижению. Содержание фосфора и калия в семенах гороха было довольно стабильным и изменялось в пределах 1,15-1,40 и 1,26-1,47% соответственно (табл. 4).

Общий вынос азота, фосфора и калия существенно возрастал при применении макро- и микроудобрений по сравнению с неудобренным контролем (табл. 5).

Таблица 5

Общий и удельный вынос элементов питания горохом в зависимости от применения макро- и микроудобрений (среднее за 2009-2010 гг.)

Вариант	Общий вынос, кг/га			Вынос на 10 ц основной продукции с учетом побочной, кг/га		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1. Без удобрений	29,9	33,2	79,4	48,1	12,3	22,4
2. N ₁₆ P ₆₀ K ₉₀	174,7	42,2	83,2	54,6	13,2	26,0
3 N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀	206,6	47,9	94,7	57,4	13,3	26,3
4. N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀ + ЭлеГум Бор	232,4	52,8	104,0	58,1	13,2	26,0
5. N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀ + Витамар 3	239,4	55,4	105,4	58,4	13,5	25,7
6. N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀ + Басфолиар 36 Экстра	225,6	51,6	106,0	56,4	12,9	26,5
7. N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀ + Эколист для зернобобовых культур	229,2	53,7	105,8	55,9	13,1	25,8

Максимальный вынос элементов питания был при обработке посевов Витамаром на фоне N₃₀P₆₀K₉₀. Близким к максимальному выносу элементов питания был при применении микроудобрений ЭлеГум Бор, Эколист для зернобобовых культур. Удельный вынос азота, фосфора и калия возрастал в удобряемых вариантах по сравнению с контролем. Удельный вынос азота, фосфора и калия в вариантах, где применялись макро- и микроэлементы, был довольно стабильным и изменялся незначительно.

Расчеты экономической эффективности показали, что применение макро- и микроудобрений обеспечивало получение прибыли и было рентабельным (табл. 6).

Таблица 6

Экономическая эффективность применения макро- и микроудобрений при возделывании гороха (среднее за 2009-2010 гг.)

Варианты	Прибавка, т/га	Стоимость прибавки, USD/га	Всего затрат, USD/га	Прибыль, USD/га	Рентабельность, %
1. Без удобрений	–	–	–	–	–
2. N ₁₆ P ₆₀ K ₉₀	0,52	134,3	72,7	61,6	84,7
3 N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀	0,88	227,3	98,4	128,9	131,0
4. N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀ + ЭлеГум Бор	1,35	348,7	121,0	227,7	188,2
5. N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀ + Витамар 3	1,36	351,3	122,2	229,1	187,5
6. N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀ + Басфолиар 36 Экстра	1,35	348,7	130,2	218,5	167,8
7. N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀ + Эколист для зернобобовых культур	1,41	364,2	125,9	238,3	189,3

Примечание: Расчет экономической эффективности проводился по ценам 2010 г.

Некорневые подкормки микроудобрениями ЭлеГум Бор, Витамар, Басфолиар 36 Экстра и Эколист для зернобобовых культур существенно повышали прибыль и рентабельность по сравнению с фоном N₃₀P₆₀K₉₀. Более высокая прибыль была при применении Витамар и Эколист для зернобобовых культур, которая составила 229,1 и 238,3 USD /га при рентабельности 187,5 и 189,3% соответственно.

ВЫВОДЫ

1. Борное микроудобрение с регулятором роста ЭлеГум Бор повышало урожайность семян гороха на фоне N₃₀P₆₀K₉₀ в среднем за 2009-2010гг. на 4,7, Витамар 3 – на 4,8 ц/га, Басфолиар 36 Экстра – на 4,7 и Эколист для зернобобовых культур – на 5,3 ц/га. В этих вариантах опыта была и максимальная урожайность семян гороха.

2. Некорневые подкормки микроудобрением ЭлеГум Бор, а также Витамар, Басфолиар 36 Экстра, Эколист для зернобобовых не способствовали повышению содержания сырого белка в семенах гороха, но в связи с увеличением урожайности при применении микроудобрений возрастал выход сырого белка. Максимальный сбор сырого белка был при применении микроудобрений Витамар, Басфолиар 36 Экстра и Эколист для зернобобовых культур и составил 8,12-8,25 ц/га.

3. Некорневые подкормки удобрениями ЭлеГум Бор, Витамар, Басфолиар 36 Экстра и Эколист для зернобобовых культур существенно увеличивали прибыль и рентабельность по сравнению с фоном N₃₀P₆₀K₉₀. Максимальная прибыль была при применении Витамар и Эколист для зернобобовых культур, которая составила 229,1 и 238,3 USD /га при рентабельности 187,5 и 189,3%.

ЛИТЕРАТУРА

1. Минеев, В.Г. Экологические функции агрохимии в современной земледелии // Агрохимия. – 2000. – № 5.– . 5-13.

2. Федюшкин, Б.Н. Минеральные удобрения с микроэлементами / Б.Н. Федюшкин. – Ленинград: Химия, 1989. – 122 с.
3. Лапа, В.В. Минеральные удобрения и пути повышения их эффективности / В.В. Лапа, В.Н. Босак. – Минск: Ин-т почвоведения и агрохимии, 2002, – 127с.
4. Толстоусов, В.П. Удобрения и качество урожая / В.П. Толстоусов. – М.: Агропромиздат, 1987. – С. 81
5. Вильдфлуш, И.Р. Агрохимия / И.Р. Вильдфлуш, С.П. Кукреш, В.А. Ионас. – Минск: Ураджай, 2001. – 488с.
6. Цыганов, А.Р. Микроэлементы и микроудобрения / А.Р. Цыганов, Т.Ф. Персикова, С.Ф. Реуцкая: учеб. пособие для студентов высших учебных заведений. – Минск, 1998. – 122с.
7. Методика определения агрономической и экономической эффективности минеральных и органических удобрений / И.М. Богдевич [и др.]. – Минск: Ин-т почвоведения и агрохимии, 2010. – 24с.

EFFICIENCY OF APPLICATION OF MICROFERTILIZERS AT CULTIVATION OF PEAS

O.I. Mishura

The application of microfertilizers Elegum B increase productivity of peas on the background $N_{30}P_{60}K_{90}$ in average 2009-2010 years on 4,7, Vitamar – on 4,8 c/ha. Basfoliar 36 Extra – on 4,7 and Ekolist from grain legume – on 5,3 c/ha.

Поступила 3 января 2012 г.

УДК 631.8.022: 635.65

ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЙ НА ДИНАМИКУ ПРОДУКЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ СПАРЖЕВОЙ ФАСОЛИ НА ДЕРНОВО- ПОДЗОЛИСТОЙ СУПЕСЧАНОЙ ПОЧВЕ

О.Н. Минюк

*Белорусский государственный технологический университет,
г. Минск, Беларусь*

ВВЕДЕНИЕ

В природе известно около 200 видов фасоли. Для овощных целей в мировом земледелии возделывают три вида фасоли: обыкновенную (*Phaseolus vulgaris L.*), многоцветковую (*Phaseolus multiflorus Willd*) и лимскую (*Phaseolus lunatus L.*). В нашей стране – два вида фасоли: фасоль обыкновенную и многоцветковую [1].

Мировые площади возделывания спаржевой фасоли составляют около 1 млн. га. В Республике Беларусь выращивание спаржевой фасоли в промышленных масштабах началось с 2008 г. Объем ее производства в 2010 г. достиг 350 т [2].

Стручки и плоды спаржевой фасоли содержат до 30 аминокислот, в т.ч. незаменимые аминокислоты, белок, сахарозу, органические жирные кислоты, флаво-