

Эффективность применения микроудобрений при возделывании гороха

Урожайность зерна гороха сорта Агат повышалась в среднем за 2001-2003 гг. на 3,3 ц/га после применения бора на фоне $N_{50}P_{50}K_{90}$, молибдена – на 2,6, кобальта – на 2,8 и комплексного микроудобрения миком – на 4,3 ц/га. Опыты проводили на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве.

Некорневые подкормки микроэлементами были экономически и энергетически выгодным приемом. Наибольший условный чистый доход и биоэнергетический коэффициент отмечены при использовании бора и комплексного микроудобрения миком.

Наряду с макроэлементами для получения высоких и стабильных урожаев сельскохозяйственных культур большое значение имеют микроэлементы. Недостаточное содержание их подвижных форм в почве зачастую является лимитирующим фактором формирования урожая сельскохозяйственных культур и качества растениеводческой продукции. В связи с недостаточным применением в сельском хозяйстве микроудобрений в Беларуси в последнее время наблюдался отрицательный баланс микроэлементов в земледелии, что привело к снижению в почвах содержания их подвижных форм.

Горох, как и все зернобобовые, испытывает большую потребность в микроэлементах. Особое значение для этой культуры имеет бор, молибден и марганец. Поступление их в растения усложняется при повышенных (бор, марганец) или пониженных (молибден) показателях рН и при засухе[2].

По данным З.С. Ковалевич, на дерново-подзолистых супесчаных почвах Минской области наиболее эффективным было применение молибденовых удобрений, которые при оптимальных дозах повышали урожайность гороха на 4,3 ц/га [3]. Достаточно высокая эффективность молибденовых и борных удобрений при выращивании гороха отмечена в опытах Бел НИИ земледелия на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве[4], а также в исследованиях, проведенных в России и Украине[7]. По обобщенным материалам ряда опытов, медь и цинк повышают урожайность зерна гороха на 3 ц/га, кобальт и молибден – на 2,7, бор – на 2,8 ц/га[1,10].

Перспективным направлением при использовании микроудобрений является применение многокомпонентных удобрений, а также комплексонатов (хелатов), где содержится в биологически активной форме целый ряд необходимых растениям микроэлементов (Zn, Cu, B, Mo, Co, Mn). Многокомпонентные удобрения и комплексона-

The efficiency of peas of the variety Agat in 2001-2003 increase on average by 330 kg/h after applying boron at the background of $N50P50K90$, cobalt - by 2.8, molybdenum - by 2.6 and compound micro fertilizer "micom" by 4.3. The test were held on the sod-podzolic light loamy soils. Non-root application of micro elements were advantageous from the point of view of economy and energy. The largest potential profit and bio-energy coefficient were determined when using boron and compound micro fertilizer "micom".

ты используются для предпосевной обработки семян, а также для внесения в почву и некорневых подкормок[5,6]. Следует отметить, что в Беларуси крайне слабо изучено применение кобальта и комплексного микроудобрения миком при возделывании гороха.

Опыты с горохом сорта Агат проводили на опытном поле "Тушково" учебно-опытного хозяйства Белорусской государственной сельскохозяйственной академии на дерново-подзолистой почве, развивающейся на легком лесовидном суглинке, подстилаемом с глубины около 1м моренным суглинком. Общая площадь делянки – 54 м², учетная – 43,8 м², повторность в опыте – четырехкратная. Норма высева – 1,2 млн. всхожих семян.

Почва опытного участка по годам исследований имела слабокислую и близкую к нейтральной реакцию (рН_{KCl} 5,7-6,2), низкое и недостаточное содержание гумуса (1,40-1,70%), повышенную обеспеченность подвижным фосфором (150-186 мг/кг) и среднюю – подвижным калием по методу Кирсанова (160-176 мг/кг почвы). Содержание подвижных форм бора по годам исследований колебалось в пределах от низкого до среднего (0,28-0,42 мг/кг), меди – от низкого до среднего (1,12-1,74 мг/кг) и цинка было низким (2,49-2,61 мг/кг почвы).

Из минеральных удобрений применяли карбамид, аммонизированный суперфосфат и хлористый калий. Некорневую подкормку микроэлементами проводили в фазу бутонизации в дозе 200г борной кислоты, 150г молибденовокислого аммония, 100 г сернокислого кобальта и 2,5 л/га комплексного микроудобрения миком на 200 л воды. Препарат содержит микроэлементы в хелатной форме (рН 7,95, пл. 1,25 г/см³), массовая доля цинка в нем – 3,22%, меди – 1,58, бора – 0,28, молибдена – 0,1%.

Метеорологические условия различались по годам проведения опытов. Май 2001 г. характеризовался прохладной погодой с недостаточным выпадением осадков, что замедлило рост растений. Июнь был очень благоприятным для роста и развития гороха. Одна жаркая, с недостаточным количеством осадков погода в июле оказала неблагоприятное влияние на формирование урожая.

В 2002 г. май месяц по количеству выпавших осадков и температуре воздуха благоприятствовал росту и развитию гороха. Одна жаркая погода, с количеством осадков в июне 50% и в июле 41% от нормы, была неблагоприятной для этой культуры.

Вегетационный период 2003 г. способствовал росту и развитию гороха. В результате получен самый высокий урожай из трех лет проведения опытов.

Применение фосфорно-калийных удобрений на фоне низких доз азота ($N_{8}P_{40}K_{60}$) повышало урожайность зерна гороха в среднем за 3 года на 5,2 ц/га, азотно-калийных ($N_{30}K_{60}$) – на 6,0 и полного минерального удобрения ($N_{30}P_{40}K_{60}$) – на 8,5 ц/га (табл. 1). При дальнейшем увеличении доз минеральных удобрений ($N_{50}P_{50}K_{90}$) урожайность возрастала незначительно (на 1,7 ц/га).

Применение микроэлементов способствовало повышению урожайности зерна гороха. В среднем за 2001-2003 гг. по сравнению с фоном $N_{50}P_{50}K_{90}$ она увеличилась при использовании бора на 3,3 ц, молибдена – на 2,6 и кобальта – на 2,8 ц/га (табл. 1). Бор имеет важное значение для развития клубеньков на корнях бобовых растений. При недостаточно-

сти или отсутствии этого элемента в питательной среде клубеньки развиваются слабо или совсем не развиваются [1]. Молибден и кобальт усиливают поступление азота в растения, медь и бор также способствуют этому процессу. Цинк оказывает влияние на увеличение поступления калия, магния, фосфора [10]. Положительное влияние молибдена на урожайность гороха связано с тем, что он входит в ферменты нитратредуктазу и нитрогеназу, усиливает активность дегидрогеназ – ферментов, обеспечивающих непрерывный поток водорода, который необходим для связывания азота атмосферы [11]. Кобальт положительно действует на размножение клубеньковых бактерий. Он нужен для усиления азотфиксирующей деятельности клубеньковых бактерий. Кобальт изменяет ультраструктуру азотфиксирующего аппарата, бактериоды активнее функционируют. Капсулы вокруг бактериодов раньше формируются и дольше сохраняются. Этот элемент также участвует в биосинтезе метгемоглобина [1,9].

Наибольшая прибавка урожая зерна гороха (4,3 ц/га) получена при использовании комплексного микроудобрения миком (табл. 1). Применение микроудобрений способствовало повышению окупаемости 1 кг НРК кг зерна гороха. Наиболее высокой она была при использовании комплексного микроудобрения миком.

Изучаемые в опыте микроудобрения оказали положительное влияние на увеличение массы 1000 зерен. Наибольшей она была в вариантах с применением молибдена (табл.2).

Молибден и кобальт способствовали росту содержа-

Таблица 1. Влияние микроудобрений на урожайность зерна гороха

Варианты опыта	Урожайность, ц/га				Прибавка к контролю, ц/га	Окупаемость 1 кг НРК, кг зерна
	2001г.	2002 г.	2003 г.	среднее за 3 года		
1. Без удобрений	21,0	29,8	33,3	28,0	-	-
2. $N_8P_{40}K_{60}$	26,6	34,3	38,7	33,2	5,2	4,8
3. $N_{30}K_{60}$	25,2	35,9	40,6	34,0	6,0	6,7
4. $N_{30}P_{40}K_{60}$	28,5	38,3	42,6	36,5	8,5	6,5
5. $N_{50}P_{50}K_{90}$	32,2	38,7	43,8	38,2	10,2	5,4
6. $N_{50}P_{50}K_{90} + B$	33,3	44,1	47,0	41,5	13,5	7,1
7. $N_{50}P_{50}K_{90} + Co$	35,0	41,2	46,7	41,0	13,0	6,8
8. $N_{50}P_{50}K_{90} + Mo$	33,4	41,3	47,8	40,8	12,8	6,7
9. $N_{50}P_{50}K_{90} + \text{миком}$	36,2	42,5	48,7	42,5	14,5	7,6
НСР ₀₅	1,7	1,8	2,1	1,1		

Таблица 2. Влияние микроудобрений на качество зерна гороха (среднее за 2001-2003 гг.)

Варианты опыта	Масса 1000 зерен, г	Сырой белок, %	Выход сырого белка, ц/га	Обеспеченность 1 к. ед. переваримым протеином, г
1. Без удобрений	207,3	23,1	5,86	153,6
2. $N_8P_{40}K_{60}$	210,8	25,5	7,33	162,5
3. $N_{30}K_{60}$	210,3	23,5	7,05	152,3
4. $N_{30}P_{40}K_{60}$	209,9	24,5	7,81	157,3
5. $N_{50}P_{50}K_{90}$	215,8	25,3	8,36	160,8
6. $N_{50}P_{50}K_{90} + B$	217,4	25,7	9,25	163,7
7. $N_{50}P_{50}K_{90} + Co$	217,9	26,3	9,30	166,6
8. $N_{50}P_{50}K_{90} + Mo$	219,8	26,4	9,39	169,3
9. $N_{50}P_{50}K_{90} + \text{миком}$	222,6	25,4	9,34	162,2

ния сырого белка в зерне гороха. Это, по-видимому, связано с тем, что данные микроэлементы улучшают использование азота. Максимальный выход сырого белка отмечен в вариантах с применением молибдена и комплексного удобрения миком, который в среднем за 3 года на фоне $N_{50}P_{50}K_{90}$ составил 9,39 и 9,34 ц/га соответственно (табл. 2).

Некорневые подкормки способствовали также увеличению обеспеченности 1 к. ед. переваримым протеином.

Расчеты экономической [7] и энергетической эффективности удобрений [8], проведенные по методике Бел НИИ почвоведения и агрохимии, показали, что применение микроудобрений было экономически и энергетически выгодным. Наиболее существенно условный чистый доход возрастал при использовании бора и комплексного микроудобрения миком (табл. 3).

При некорневых подкормках микроэлементами значительно возрастала и рентабельность применения удобрений (табл. 3). Максимальных значений она достигла при использовании бора, кобальта и комплексного микроудобрения миком.

Применение микроэлементов способствовало росту биоэнергетического коэффициента и снижению удельных энергозатрат на производство 1 ц зерна гороха (табл. 4).

По сравнению с фоном $N_{50}P_{50}K_{90}$ биоэнергетический коэффициент при использовании молибдена и кобальта возрос на 0,2, а бора и комплексного микроудобрения миком – на 0,3. Наименьшие удельные энергозатраты на производство 1 ц зерна гороха (762 МДж) были при некорневой подкормке в фазу бутонизации комплексным микроудобрением миком.

Выводы

1. Урожайность зерна гороха повышалась в среднем за 2001-2003 гг. на 3,3 ц/га после применения бора на фоне $N_{50}P_{50}K_{90}$, молибдена – на 2,6, кобальта – на 2,8 и комплексного микроудобрения миком – на 4,3 ц/га.

2. Кобальт и молибден способствовали увеличению содержания в зерне гороха сырого белка в среднем за 3 года на 1,0 и 1,1% соответственно. Под влиянием бора, кобальта, молибдена и комплексного микроудобрения миком выход сырого белка с 1 га по сравнению с фоном $N_{50}P_{50}K_{90}$ возрастал на 0,89; 0,94; 1,03 и 0,98 ц/га соответственно.

3. Некорневые подкормки микроэлементами на горохе были экономически и энергетически выгодным приемом. Максимальный условный чистый доход и биоэнергетический коэффициент отмечены при использовании бора и комплексного микроудобрения миком.

Таблица 3. Экономическая эффективность применения микроудобрений при возделывании гороха (среднее за 2001-2003 гг.)

Варианты опыта	Стоимость прибавки у. е., ц/га	Затраты на получение прибавки, у. е./га	Условный чистый доход, у. е./га	Рентабельность, %
1. Без удобрений	-	-	-	-
2. $N_8P_{40}K_{60}$	57,7	39,72	17,98	45,3
3. $N_{30}K_{60}$	66,6	24	42,6	177,5
4. $N_{30}P_{40}K_{60}$	94,4	49,4	45,0	91,1
5. $N_{50}P_{50}K_{90}$	113,2	64,5	48,7	75,5
6. $N_{50}P_{50}K_{90} + B$	149,9	72,6	77,3	106,5
7. $N_{50}P_{50}K_{90} + Co$	144,3	70,2	74,1	105,6
8. $N_{50}P_{50}K_{90} + Mo$	142,1	71,0	71,1	100,1
9. $N_{50}P_{50}K_{90} + \text{миком}$	160,9	79,1	81,8	103,4

Таблица 4. Энергетическая эффективность применения микроудобрений при возделывании гороха (среднее за 2001-2003 гг.)

Варианты опыта	Энергозатраты на прибавку урожая, МДж/га	Содержание энергии в прибавке урожая, МДж	Удельные энергозатраты, МДж/га	Биоэнергетический коэффициент
1. Без удобрений	-	-	-	-
2. $N_8P_{40}K_{60}$	4395,8	8496,8	845,3	1,9
3. $N_{30}K_{60}$	4950,1	9804,0	825,0	2,0
4. $N_{30}P_{40}K_{60}$	7794,1	13889,0	916,9	1,8
5. $N_{50}P_{50}K_{90}$	10671,7	16666,8	1046,2	1,6
6. $N_{50}P_{50}K_{90} + B$	11652,9	22059,0	863,2	1,9
7. $N_{50}P_{50}K_{90} + Co$	11531,8	21242,0	887,1	1,8
8. $N_{50}P_{50}K_{90} + Mo$	11558,3	20915,2	903,0	1,8
9. $N_{50}P_{50}K_{90} + \text{миком}$	12404,7	23693,0	855,5	1,9

Литература

1. Анспок П.И. Микроудобрения: Справочник. – Ленинград: Агропромиздат. Ленингр. отд., 1990. – 279 с.
2. Зернобобовые культуры / Под ред. Д. Шпаара: – Минск: ФУ Аинформ, 2000. – 264 с.
3. Ковалевич З.С. Влияние микроудобрений на урожай и качество гороха на дерново-подзолистых супесчаных почвах БССР: Автореф. ... дисс. канд. с.-х. наук. – Минск: БелНИИПА, 1986. – С. 81
4. Кукреш Л.В., Кулаева Р.А., Лукашевич Н.П., Ходорцов И.Р. Зернобобовые культуры в интенсивном земледелии. – Минск: Ураджай, 1989. – 168 с.
5. Лапа В.В., Босак В.Н. Минеральные удобрения и пути повышения их эффективности. – Минск, 2002. С.127
6. Лосевич Е.Б., Кислый В.В., Зверинская Н.И. Эффективность применения нового комплексного микроудобрения миком под яровые зерновые культуры // Совре-

менные проблемы использования почв и повышение эффективности удобрений. – Горки, 2001. – С. 107-109

7. Методика определения агрономической и экономической эффективности удобрений и прогнозирования урожая сельскохозяйственных культур/ И.М. Богдевич и др. – Минск: БелНИИПА, 1993. – 30 с.

8. Методика определения энергетической эффективности применения минеральных, органических и известковых удобрений / Г.В. Василюк, И.М. Богдевич, Н.В. Клебанович и др. / Минск: БелНИИПА. – 1996. – 50 с.

9. Толстоусов В.П. Удобрения и качество урожая. – Москва: Агропромиздат, 1987 – С. 81

10. Федюшкин Б.Ф. Минеральные удобрения с микроэлементами: Технологии и применение. – Ленинград: Химия. Ленингр. отд., 1989. – 272 с.

11. Ягодин Б.А., Жуков Ю.П., Кобзаренко В.И. Агрохимия: Учебник для с.-х. вузов. – Москва: Колос, 2002. – 584 с.