

А.Р. Цыганов, член-корреспондент НАН Беларуси,

доктор сельскохозяйственных наук, профессор

О.И. Вильдфлуш, аспирантка

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия

УДК 631.81.095.337:635.656

## 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  $N_{50}P_{50}K_{90}$ , 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 1 м моренным суглинком. Общая площадь делянки – 54 м<sup>2</sup>, учетная – 43,8 м<sup>2</sup>, 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<sub>ксл</sub> 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 200 г борной кислоты, 150 г молибденовокислого аммония, 100 г сернокислого кобальта и 2,5 г/га комплексного микроудобрения миком на 200 л воды. Препарат содержит микроэлементы в хелатной форме (рН 7,95, пл. 1,25 г/см<sup>3</sup>), 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 ( $N_8P_{40}K_{60}$ ) 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 NPK 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 NPK, кг зерна
	2001 г.	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
HCP <sub>05</sub>	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 возрастал 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 // Современные

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.

**А.Л. Бирюкович, кандидат сельскохозяйственных наук  
Институт мелиорации и луговодства НАН Беларуси  
УДК 633.21.3**

## Многолетние травы в сырьевом сенокосном конвейере

*Площадь улучшенных сенокосов в республике – около 924,1 тыс. га. Урожай с одного гектара этих угодий – в среднем 18 ц сена, что соответствует уровню урожая, получаемого за счет естественного плодородия. В 1981-1990 гг. урожайность сенокосов составила 22,1-28,9 ц/га.*

*Показаны результаты исследований, выполненных автором в 1992-1997 гг. Приведены данные по продуктивности и динамике развития (наступления укосной спелости) смешанных посевов злаковых культур и бобово-злаковых смесей.*

*Статья представляет научный интерес и имеет ценность для практических работников, особенно при конструировании эффективных агрофитоценозов для зеленого конвейера.*

**П**адение урожайности сенокосов произошло по причине низких доз минеральных удобрений; поздних сроков первого укоса многолетних трав при нехватке и изношенности кормоуборочной техники; длительного пользования угодьями без перезалужения; однородности видового состава травостоев.

Если устранение двух первых причин может быть осуществлено в сфере агрономии лишь опосредованно, то двух остальных – напрямую.

Сейчас, судя по объемам производства семян, в республике сложилась следующая видовая структура многолетних злаковых трав раннеспелых видов – 19%, средне-спелых – 11 и позднеспелых – 70%. Однако в большинстве хозяйств посевы позднеспелых видов (тимopheевки луговой) преобладают и достигают 90% и более. Поэтому к концу III декады мая (фаза укосной спелости ежи сборной) обычно убирается 1-3% многолетних трав.

*The total area of the improved hay making areas in Belarus is 924.1 thousand hectares. Here the average yield is 1.8 tons, which equals to the level of natural fertility. In 1981-1990 the yield was 2.21-2.89 tons. The article reveals the results of the research made by the author in 1992-1997 and the data on productivity and dynamics of the development (stage of hay maturity) of the mixed cereals crops and legumes-cereals. The article would be interesting for managers, especially if they are engaged in developing efficient agro-phytocoenosis of the "green conveyor".*

Сложившаяся структура многолетних трав приводит к тому, что скашивание их в первом укосе завершается в конце июля – начале августа. Если принять во внимание, что укосная спелость тимopheевки луговой (в фазу начала колошения) приходится в среднем на вторую половину июня, то скашивание травостоев продолжается примерно еще 30-40 дней после оптимальных сроков укоса.

Установлено, что задержка с уборкой трав ведет к ежедневным потерям 2% кормовых единиц за счет снижения облиственности и содержания белка, увеличения содержания лигнина в составе клетчатки и, как следствие, ухудшения переваримости корма [3].

Таким образом, принимая во внимание площадь сенокосных угодий, видовую структуру трав, потери при уборке, поголовье скота, можно подсчитать, что ежегодные потери корма, заготавливаемого с первого укоса, составляют 5-7 ц к. ед. на одну условную голову. Кроме того,