



УДК 633.358:631.82:631.86

**Е.А. Стемпоржецкий,  
Н.А. Воронкова**

## **ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ И БАКТЕРИАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ГОРОХА НА ЧЕРНОЗЕМНЫХ ПОЧВАХ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ**

**Ключевые слова:** агрохимия, удобрения, плодородие почвы, оптимизация, биопрепараты, инокуляция, азотфиксация, минеральное питание, качество, урожайность, сорт.

### **Введение**

Высокопродуктивные агрофитоценозы можно сформировать только при оптимизации внешних факторов среды, необходимых для жизнедеятельности растений, в том числе и минерального питания в течение всего вегетационного периода [1, 2]. Управление продукционным процессом в полевых условиях позволяет реализовать генетическую программу онтогенеза в фенотипе [3, 4].

Изучение отзывчивости сельскохозяйственных культур на удобрения позволяет установить генотипическую специфику минерального питания растений для полного использования потенциала продуктивности сорта [5].

Большое значение в повышении урожайности и азотфиксирующей способности бобовых и зернобобовых культур имеет инокуляция семян соответствующим для данной культуры препаратом клубеньковых бактерий (ризоторфином) [6].

Эффективность азотфиксации зависит от почвенно-климатических условий. Главными факторами, ограничивающими ак-

тивность симбиотической азотфиксации в агрофитоценозах, являются кислая реакция среды, дефицит (реже избыток) влаги, низкое содержание в почве подвижных соединений фосфора, калия и некоторых микроэлементов [7].

Активность симбиоза растения и азотфиксирующих бактерий определяется генотипом вида и сорта культуры, поэтому важно для конкретной зоны подобрать соответствующий сорт макросимбионта с целью повышения эффективности инокуляции семян клубеньковыми бактериями [8].

### **Объекты и методы**

Исследования по изучению влияния минеральных и бактериальных удобрений на продуктивность и качество зерна гороха проводились в полевом трехфакторном мелкоделяночном опыте, заложенном в 2006-2008 гг. в южной лесостепи Западной Сибири.

Почва опытного участка – чернозем выщелоченный среднемощный тяжелосуглинистый, содержание гумуса – 6,2-6,4% (по Тюрину),  $pH_{\text{con}}$  – 6,5-6,7, подвижного фосфора и обменного калия – 131-138 и 275-350 мг/кг почвы (по Чирикову) соответственно. Содержание нитратного азота в слое 0-40 см соответствовало средней обеспеченности в среднем за годы исследования.

В опыте, заложенном методом расщепленных делянок, изучались три фактора.

Фактор А – сорта гороха селекции ГНУ СибНИИСХ: Омский 9 (районирован с 1999 г.), длинностебельный, отличается высоким потенциалом урожайности семян и зелёной массы; Демос (районирован с 2003 г.) – короткостебельный многоплодный высокобелковый сорт зернового направления; Благовест – сорт зернофуражного направления, передан на Государственное сортоиспытание с 2006 г., среднестебельный с крупными парными бобами. Все вышеперечисленные сорта имеют усатый тип листа. В качестве стандарта выбран сорт Таловец 55 (районирован с 1993 г.), выведен в НИИСХ Центрально-Черноземной зоны им. Докучаева, среднеспелый, отличается засухоустойчивостью, с неосыпающимися семенами и обычным типом листа.

Фактор В – минеральные удобрения (аммиачная селитра – 34% д.в., аммофос – 56% д.в.): 1) контроль (без удобрений); 2)  $N_{30}$ ; 3)  $P_{60}$ ; 4)  $N_{30}P_{60}$ .

Фактор С – инокуляция семян гороха ризоторфином: 1) без инокуляции; 2) с инокуляцией. Для инокуляции использовали 300 г биоудобрения на гектарную норму высева гороха, производитель ВНИИСХМ (г. Санкт-Петербург).

Норма высева гороха – 1,2 млн шт/всхож. семян/га.

Повторность в опыте – четырехкратная, площадь делянки – 10 м<sup>2</sup>.

Агротехника в опыте – общепринятая для зоны.

Уборка в фазу полной спелости напрямую комбайном «Хеге-125».

Урожайные данные приведены к 100%-ной чистоте и 14%-ной влажности.

Результаты исследований обработаны статистическим методом дисперсионного анализа по Доспехову [9].

По среднемноголетним данным сумма осадков за вегетационный период составляет 197 мм (ГТК 1,0-1,3). Погодные условия за период исследований с 2006 по 2008 гг. были различные. 2006 и 2007 гг. можно охарактеризовать как годы наиболее благоприятные по тепло- и влагообеспеченности, ГТК составил 1,3; 1,9 соответственно. В эти годы дефицита влаги растения фактически не испытывали. За вегетационный период 2008 г. выпало 149 мм осадков, что составляет 76% от нормы (ГТК-0,7), стояла жаркая и сухая погода.

## Результаты и их обсуждение

Удобрениям принадлежит ведущая роль в оптимизации минерального питания [10]. Полученные экспериментальные данные свидетельствуют, что применение удобрений позволило существенно увеличить урожайность гороха. Отзывчивость гороха на улучшение условий минерального питания зависела от вида и доз удобрений.

В варианте без применения удобрений урожайность изучаемых сортов гороха при возделывании их на черноземной почве существенно не различалась (табл.).

Исследования, направленные на изучение влияния уровней азотного питания на показатели активности азотфиксации и продуктивность бобовых растений, весьма многочисленны и часто противоречивы. Ряд авторов считают, что при создании благоприятных для процесса азотфиксации условий бобовые культуры способны полностью обеспечить свои потребности в азотном питании только за счет усвоения атмосферного азота.

Многие исследователи рекомендуют внесение небольших «стартовых» доз азотных удобрений, способствующих устранению дефицита в азотном питании в период до начала активной азотфиксации.

Противоречивость полученных данных объясняется тем, что исследования проводились с разными бобовыми культурами и в неодинаковых почвенно-климатических условиях, что делает несопоставимыми многие из проведенных исследований.

Результаты наших исследований свидетельствуют, что урожайность сортов гороха при внесении 30 кг д.в./га азотных удобрений существенно не увеличивалась в сравнении с контрольным вариантом.

Фосфорные удобрения в дозе  $P_{60}$  также были малоэффективны, за исключением сорта Благовест. Дополнительно получено 0,20 т/га зерна гороха.

Наибольшая отзывчивость гороха наблюдалась в варианте с внесением бинарного сочетания (NP) элементов в удобрениях за счет сбалансированности питания минеральными элементами. Получены достоверные прибавки зерна гороха у сортов: Благовест (0,20 т/га), Демос (0,26 т/га) и Таловец 55 (0,35 т/га). Урожайность увеличилась на 9-14% в сравнении с вариантом без удобрений.

Влияние минеральных и бактериальных удобрений на урожайность гороха, т/га (среднее за 2006-2008 гг.)

Сорт	Удобрения, кг д.в./га	Урожайность		Прибавка от удобрений		
		без инокуляции	с инокуляцией	бактериальных	минеральных	
					без инокуляции	с инокуляцией
Омский 9	Контроль	2,35	2,40	0,05	-	-
	N <sub>30</sub>	2,51	2,47	-0,04	0,06	0,07
	P <sub>60</sub>	2,45	2,59	0,14	0,10	0,19
	N <sub>30</sub> P <sub>60</sub>	2,47	2,62	0,15	0,12	0,22
Таловец 55	Контроль	2,43	2,50	0,07	-	-
	N <sub>30</sub>	2,49	2,63	0,14	0,06	0,13
	P <sub>60</sub>	2,51	2,74	0,23	0,08	0,24
	N <sub>30</sub> P <sub>60</sub>	2,78	2,75	-0,03	0,35	0,25
Демос	Контроль	2,26	2,31	0,05	-	-
	N <sub>30</sub>	2,36	2,39	0,05	0,10	0,08
	P <sub>60</sub>	2,37	2,59	0,22	0,11	0,28
	N <sub>30</sub> P <sub>60</sub>	2,52	2,54	0,02	0,26	0,23
Благовест	Контроль	2,36	2,43	0,07	-	-
	N <sub>30</sub>	2,51	2,57	0,06	0,15	0,14
	P <sub>60</sub>	2,56	2,82	0,26	0,20	0,39
	N <sub>30</sub> P <sub>60</sub>	2,56	2,66	0,10	0,20	0,23

Примечание. НСР<sub>05</sub> сорта – 0,21 т/га; НСР<sub>05</sub> минеральных удобрений – 0,16 т/га; НСР<sub>05</sub> бактериальных удобрений – 0,18 т/га.

Максимального значения биологическая фиксация азота воздуха ризобиями достигается при инокуляции семян гороха бактериальным препаратом (ризоторфин). Повышения эффективности инокуляции семян можно достичь в результате оптимизации условий минерального питания для активного функционирования бобово-ризобиального симбиоза [6, 7].

Исследованиями установлено, что сочетание предпосевной обработки семян гороха ризоторфином и внесения «стартовой дозы» азотных удобрений N<sub>30</sub> не обеспечило достоверного увеличения урожайности культуры.

Одним из важных приёмов в регулировании процесса азотфиксации бобовых растений является внесение фосфорных удобрений [7]. Экспериментальные данные, полученные Е.Н. Мишустиним, свидетельствуют, что при недостаточном содержании фосфора в почве клубеньковые бактерии проникают в корень, но клубеньки не образуются [6].

В наших опытах улучшение условий фосфорного питания за счет внесения фосфорных удобрений позволило получить прибавку от инокуляции у всех изучаемых сортов гороха. Дополнительно получено 0,19-0,39 т/га зерна. Наибольшая отзывчивость на бактериализацию наблюдалась у сорта Благовест, урожай-

ность увеличилась на 16%, в сравнении с вариантом без инокуляции. Урожайность гороха в варианте внесения азотных удобрений на фоне P<sub>60</sub> при посеве инокулированными семенами изменилась незначительно в сравнении с вариантом P<sub>60</sub> + инокуляция.

Следовательно, эффективность минеральных удобрений зависит от применения бактериального препарата: при посеве неинокулированными семенами под горох следует вносить азотно-фосфорные удобрения (N<sub>30</sub>P<sub>60</sub>). Инокуляция наиболее эффективна на фоне фосфорных удобрений (P<sub>60</sub>).

Важным показателем реакции культуры на внесение удобрений является коэффициент отзывчивости на удобрения (КОУ, %) (рис. 1).

Важно отметить, что при посеве гороха неинокулированными семенами КОУ был наибольшим в варианте N<sub>30</sub>P<sub>60</sub>. При посеве обработанными ризоторфином семенами максимальный коэффициент отзывчивости на удобрения (КОУ = 112%) был получен в варианте внесения 60 кг д.в./га фосфорных удобрений.

Ценность сорта определяется не только количеством, но и качеством получаемой продукции. Основным показателем качества зерна гороха является содержание белка в зерне [11].

Содержание белка в зерне гороха определялось дозой и сочетанием минеральных и бактериального удобрений (рис. 2).

При оценке эффективности применения биопрепарата необходимо учитывать не только положительное действие ризобий на величину урожая, но и то, что иноку-

ляция значительно повышает содержание белка в растениях [6].

Улучшение условий азотного питания за счет инокуляции семян ризоторфином позволило получить более белковое зерно гороха. Наибольшее содержание белка в зерне было в варианте P<sub>60</sub> + инокуляция в сравнении со всеми вариантами опыта.

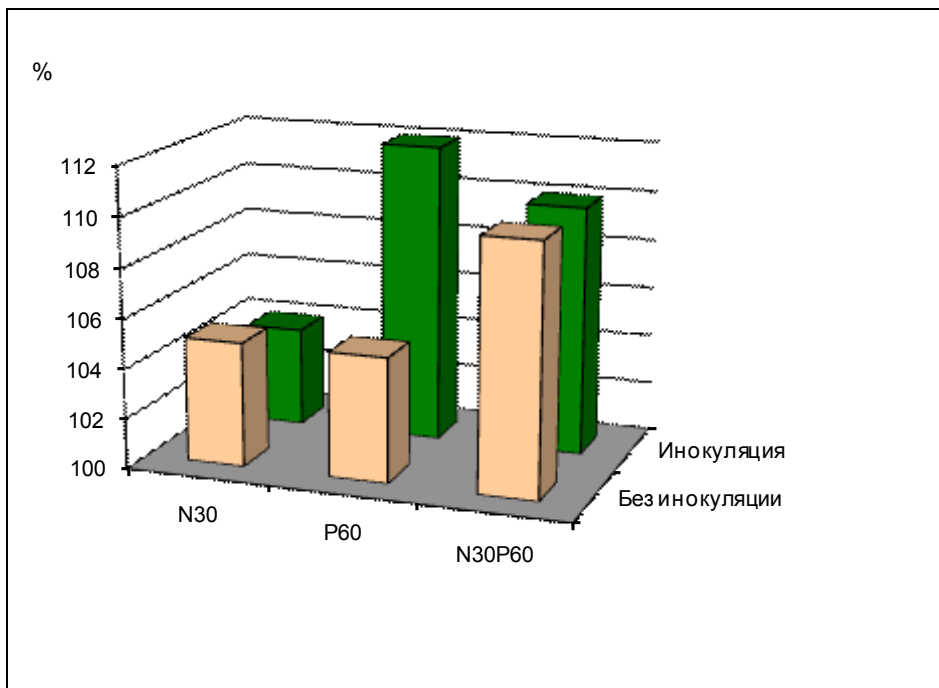


Рис. 1. Коэффициент отзывчивости на удобрения (КОУ, %) гороха в зависимости от минеральных и бактериального удобрений (среднее за 2006-2008 гг.)

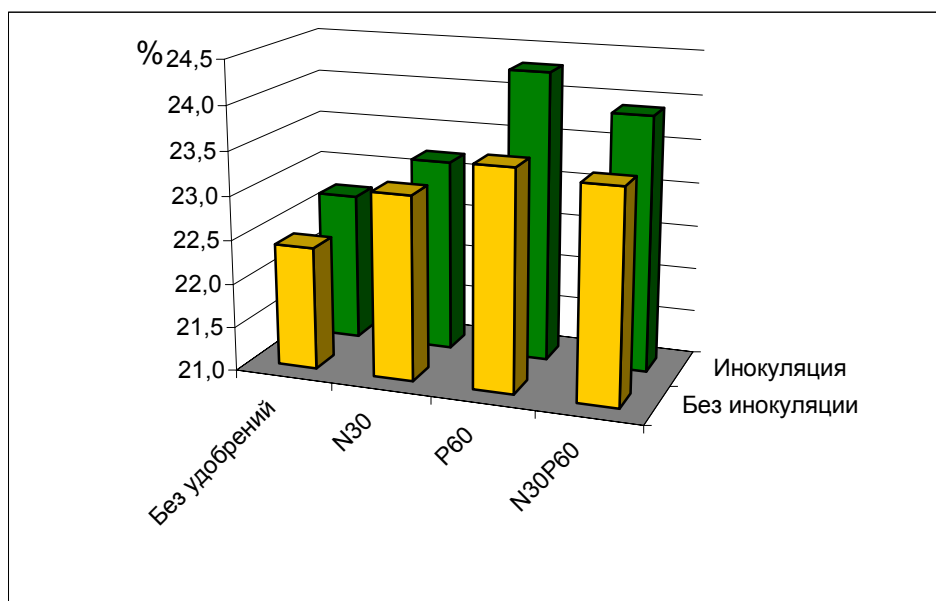


Рис. 2. Влияние минеральных и бактериальных удобрений на содержание белка в зерне гороха, % (среднее за 2006-2008 гг.)

**Заключение**

Таким образом, установлено, что при возделывании гороха «сортотипа усатый» на черноземных почвах южной лесостепи Западной Сибири применение минеральных и бактериальных удобрений обеспечивает повышение урожайности и получение зерна гороха хорошего качества.

Наибольшая урожайность гороха получена в варианте внесения азотно-фосфорных удобрений в дозе  $N_{30}P_{60}$ . Наиболее отзывчивый сорт на минеральные удобрения Таловец 55, прибавка составила 0,35 т/га зерна в сравнении с вариантом без удобрений.

Бактеризация семян гороха ризоторфином в сочетании с внесением фосфорных удобрений в дозе 60 кг/га способствовала повышению урожайности на 0,19-0,39 т/га. Наибольшая отзывчивость на бактериризацию наблюдалась у сорта Благовест, урожайность увеличилась на 16%, в сравнении с вариантом без инокуляции.

**Библиографический список**

1. Прянишников Д.Н. Азот в жизни растений и в земледелии СССР / Д.Н. Прянишников. – М.: Изд-во АН СССР, 1945. – 196 с.
2. Панников В.Д. Удобрения, сорт и урожай / В.Д. Панников // Агрохимия. – 1980. – № 12. – С. 3-11.
3. Кочегарова Н.Ф. Видовые и сортовые особенности минерального питания

яровой пшеницы / Н.Ф. Кочегарова, Е.Д. Волков // Агрохимия. – 1992. – № 5. – С. 39-46.

4. Гамзикова О.И. Генетика агрохимических признаков пшеницы / О.И. Гамзикова. – Новосибирск, 1994. – 220 с.

5. Климашевский Э.Л. Проблема генетической специфики корневого питания растений / Э.Л. Климашевский // Сорт и удобрения. – Иркутск, 1974. – С. 11-53.

6. Мишустин Е.Н. Микроорганизмы и продуктивность земледелия / Е.Н. Мишустин. – М.: Наука, 1972. – С. 11.

7. Вавилов П.П. Бобовые культуры и проблемы растительного белка / П.П. Вавилов, Г.С. Посыпанов. – М.: Россельхозиздат, 1983. – 256 с.

8. Завалин А.А. Биопрепараты, удобрения и урожай / А.А. Завалин. – М.: Изд-во ВНИИА, 2005. – 302 с.

9. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 352 с.

10. Минеев В.Г. Агрохимия и экологические проблемы современного земледелия / В.Г. Минеев // Экологические функции агрохимии в современном земледелии: матер. Всерос. совещ. географической сети опытов с удобрениями (27-28 февраля 2008 г.). – М.: ВНИИА, 2008. – С. 5-8.

11. Васякин Н.И. Зернобобовые культуры в Западной Сибири / Н.И. Васякин. – Новосибирск, 2002. – 184 с.

