

УДК 631.8:633 1

## ВЛИЯНИЕ ИНОКУЛЯЦИИ СЕМЯН НА УРОЖАЙНОСТЬ ЗЕРНОБОБОВЫХ КУЛЬТУР

**И.В. РЫШКЕЛЬ, И.Э. БУЧЕНКОВ, О.С. РЫШКЕЛЬ**

*Полесский государственный университет,  
г. Пинск, Республика Беларусь*

**Введение.** Проблема растительного белка – наиболее ценного компонента рационов кормления сельскохозяйственных животных – является актуальной в мировом земледелии. Дефицит его в кормопроизводстве различных стран по экспертным оценкам составляет 20-25% от общей потребности.

В условиях Беларуси проблема кормового белка наиболее остро выражена в балансировании концентрированных кормов, представленных в республике зерном злаковых культур. Подсчитано, что вследствие скармливания скоту небогатенного белком зерна злаковых культур перерасход его для производства единицы животноводческой продукции составляет около 30%, а потери животноводческой продукции в республике по этой причине эквивалентны примерно 1 млн т молока или 100 тыс. т мяса [1, 2].

По имеющимся расчетам посевы зернобобовых культур в республике следует довести до 350-400 тыс. га (13-15% от всей площади посева зерновых). При урожайности в среднем 23 ц/га валовой сбор зернобобовых позволит сбалансировать по белку зерно злаковых культур, обеспечить производство полноценных комбикормов на отечественных сырьевых ресурсах [3].

Биологический потенциал зернобобовых культур в биоклиматических ресурсах республики достаточно высок, при оптимизации всех элементов технологии возделывания он приближается к зерновым злакам. Например, урожайность лучших сортов гороха и люпина узколистного на госсортоучастках республики в отдельные годы превышает 60 ц/га. Вместе с тем урожайность зернобобовых культур в сельскохозяйственном производстве Беларуси пока низкая, не всегда она превышает 20 ц/га. Например, в среднем за 2003-2005 годы она составила 22,8 ц/га. Однако такое положение объясняется преимущественно технологическими упущениями в производстве [1].

На нынешнем этапе развития агропромышленного комплекса страны на первый план выходят ресурсосберегающие технологии производства сельскохозяйственной продукции. В растениеводстве в этих целях в первую очередь следует оптимизировать систему удобрений, затраты на которые занимают наибольший удельный вес в структуре себестоимости продукции. Применительно к бобовым культурам более эффективный путь в этом направлении – максимальное использование потенциала симбиотической фиксации азота воздуха на основе широкого применения бактериальных препаратов [4, 5]. Важно также использование препаратов на основе фосфатмобилизирующих микроорганизмов. В последнее время перспективным направлением определилось создание двухкомпонентных биопрепаратов, характеризующихся комплексом положительных свойств. В Республике Беларусь такие препараты получены в «Институте микробиологии НАН Беларуси» [6]. Однако эффективность инокуляции семян зернобобовых культур двухкомпонентными препаратами в республике пока изучена недостаточно, информация по этому вопросу в литературных источниках отсутствует. Их комплексное действие, как альтернатива азотным и фосфорным минеральным удобрениям, могут найти широкое применение для снижения негативного воздействия техногенных факторов на окружающую среду и повышения продуктивности зернобобовых культур.

Научные исследования, направленные на мобилизацию азота воздуха и почвенных запасов фосфора основными зернобобовыми культурами, представляют несомненный теоретический интерес и имеют важное практическое значение для сельскохозяйственного производства республики.

**Материал и методика исследований.** Полевые опыты проводили в 2005-2007 гг. на опытном поле экспериментальной базы «Зазерье» РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» в Пуховичском районе Минской области. Почва опытных участков – дерново-подзолистая, легкосуглинистая. Агрохимическая характеристика пахотного слоя: рН – 6,14, содержание подвижного фосфора – 210-283, обменного калия – 270-378 мг/кг почвы.

Учетная площадь делянки 25 м<sup>2</sup>, повторность четырехкратная. Исследования проводили с новыми районированными сортами зернобобовых культур: гороха посевного Миллениум, гороха полевого Алекс, вики яровой Удача, люпина узколистного Хвалько.

Для предпосевной обработки семян применяли сапронит (препарат клубеньковых бактерий), фитостимифос (препарат фосфатмобилизирующих бактерий) и двухкомпонентный препарат, совмещающий свойства двух вышеупомянутых препаратов.

Обработка почвы, нормы высева семян, сроки и способы сева, система защиты, уборка проводились согласно методикам полевого опыта и рекомендациям отраслевых регламентов [7, 8].

#### Схема опыта

1. Контроль (без применения инокулянтов).
2. Сапронит.
3. Фитостимифос.
4. Двухкомпонентный препарат (сапронит + фитостимифос).

**Результаты исследований и обсуждение.** Механизм действия клубеньковых бактерий заключается в том, что ризобияльные штаммы микроорганизма *Rhizobium* – симбионты бобовых растений – и моноинокулянты, созданные на их основе, фиксируя N<sub>2</sub>, частично или в полной мере удовлетворяют потребность растений в этом элементе, что приводит к оптимизации их азотного питания и, в конечном итоге, способствует повышению урожайности.

В наших исследованиях инокуляция семян зернобобовых культур обеспечивала прибавку урожайности по сравнению с контролем на 9–19% в среднем за три года по всем исследуемым культурам (табл. 1).

Наименее отзывчивой культурой на этот агроприем оказался горох посевной. Необходимо отметить и то, что положительный эффект от действия препарата сапронит по годам исследований был нестабилен. В 2005 году обильные весенние осадки вызвали сильное уплотнение почвы и образование корки на ее поверхности, что препятствовало проникновению кислорода в ризосферную зону, необходимого для жизнедеятельности клубеньковых бактерий. Эти факторы не позволили реализовать в полной мере потенциал действия сапронита на оба подвида гороха и вику яровую. Вместе с тем, люпин узколистный, обладающий наиболее мощной корневой системой среди изучаемых культур, и в этом году реагировал положительно на инокуляцию семян сапронитом.

Таблица 1 – Урожайность зернобобовых культур при инокуляции семян препаратом сапронит, ц/га

Культура	Препарат	2005 г.	2006 г.	2007 г.	Среднее	% к контролю
Горох посевной	контроль	14,7	24,9	35,6	25,1	100
	сапронит	13,6	28,0	40,5	27,4	109
<b>НСР<sub>05</sub></b>		<b>2,4</b>	<b>2,8</b>	<b>1,7</b>		
Горох полевой	контроль	24,7	26,4	34,2	28,4	100
	сапронит	26,8	37,3	37,5	33,9	119
<b>НСР<sub>05</sub></b>		<b>2,8</b>	<b>3,9</b>	<b>1,5</b>		
Люпин узколистный	контроль	22,3	14,8	27,8	21,6	100
	сапронит	27,3	17,9	31,1	25,4	118
<b>НСР<sub>05</sub></b>		<b>1,4</b>	<b>2,8</b>	<b>1,8</b>		
Вика яровая	контроль	12,2	18,6	25,4	18,7	100
	сапронит	13,9	22,5	28,9	21,8	116
<b>НСР<sub>05</sub></b>		<b>2,4</b>	<b>2,5</b>	<b>2,1</b>		

Исследованиями последних лет установлено, что многие почвенные бактерии, развиваясь в ризосфере сельскохозяйственных растений, обладают высокой фосфатмобилизирующей активностью. Например, инокуляция фосфаттрансформирующими ризобиями семян сои, выращиваемой в почве с нерастворимыми фосфатами, способствовала значительному повышению урожайности семян в сравнении с контролем без инокуляции. Кроме того, использование отселекционированных штаммов фосфаттрансформирующих бактерий обеспечивало значительное накопление в почве подвижных фосфатов, что является одним из реальных способов дополнительного снабжения растений этим элементом питания [9]. По данным литературных источников за счет микробиологиче-

ской фосфатмобилизации может быть высвобождено из труднорастворимых фосфатов от 10 до 40 % подвижной и доступной растениям фосфорной кислоты [10, 11, 12].

Эффект от применения фосфатмобилизирующих микроорганизмов в наших исследованиях оказался ниже, чем от применения азотфиксирующих бактерий. В вариантах, где применяли фитостимифос, урожайность по сравнению с контролем в среднем за три года возросла на 6–10% (табл. 2).

Таблица 2 – Урожайность зернобобовых культур при инокуляции семян препаратом фитостимифос, ц/га

Культура	Препарат	2005 г.	2006 г.	2007 г.	Среднее	% к контролю
Горох посевной	контроль	14,7	24,9	35,6	25,1	100
	фитостимифос	14,0	26,0	42,6	27,5	110
<b>НСР<sub>05</sub></b>		<b>2,4</b>	<b>2,8</b>	<b>1,7</b>		
Горох полевой	контроль	24,7	26,4	34,2	28,4	100
	фитостимифос	24,4	28,1	37,9	30,1	106
<b>НСР<sub>05</sub></b>		<b>2,8</b>	<b>3,9</b>	<b>1,5</b>		
Люпин узколистный	контроль	22,3	14,8	27,8	21,6	100
	фитостимифос	25,4	15,6	28,3	23,1	107
<b>НСР<sub>05</sub></b>		<b>1,4</b>	<b>2,8</b>	<b>1,8</b>		
Вика яровая	контроль	12,2	18,6	25,4	18,7	100
	фитостимифос	14,6	20,3	27,8	20,9	112
<b>НСР<sub>05</sub></b>		<b>2,4</b>	<b>2,5</b>	<b>2,1</b>		

Действие данного препарата характеризуется нестабильностью по годам, достоверная прибавка урожайности получена лишь в 2005 году в вариантах с люпином узколистным и вицей яровой, в 2007 году – у обоих подвидов гороха и у вики яровой. Можно предположить, что относительно низкая эффективность фитостимифоса в наших исследованиях объясняется достаточно высоким уровнем содержания подвижного фосфора в почве опытного участка. Так, при содержании в 2006 г. в почве наибольшего в опытах количества подвижного фосфора – 283 мг/кг – достоверной прибавки урожайности семян не получено ни у одной изучаемой зернобобовой культуры.

В последнее время для повышения эффективности микробно-растительного взаимодействия часто используют не моноинокулянты, а ассоциации бактерий. Имеется информация, что перспективна инокуляция семян растений смешанными культурами diaзотрофных и гетеротрофных микроорганизмов. Причем, в проведенных авторами исследованиях оба микроорганизма стимулировали развитие друг друга. Высказано предположение о том, что важную роль во взаимодействии diaзотрофных и фосфатмобилизирующих бактерий играют выделяемые ими биологически активные вещества, которые стимулируют как размножение и активность микроорганизмов, так и развитие растений [13].

Под влиянием азотфиксирующей и фосфатмобилизирующей способностей почти все diaзотрофные и некоторые виды фосфатмобилизирующих бактерий эффективно влияют на растения, стимулируя их ростовые и фотосинтетические процессы. Это происходит в силу нескольких причин: 1) выделения микроорганизмами витаминов и фитогормонов; 2) продуцирования ими антибиотиков, ингибирующих развитие патогенов; 3) перевода минеральных элементов в доступную для корней растений форму.

Вместе с тем, проведенные исследования и их результаты свидетельствуют о трудности надежно прогнозировать реакцию растений на инокуляцию, которая может варьировать от положительной или нейтральной до отрицательной. Неоднозначность эффекта может быть обусловлена целым рядом биологических факторов (конкуренция со стороны резидентных видов почвенных микроорганизмов, сортовая специфичность растений, экстремальные для инокулянтов почвенно-климатические условия и др.). Это заставляет искать критерии подбора продуцентов полифункциональных препаратов, изучать условия их активного действия и растительно-микробного взаимодействия.

В наших опытах инокуляция семян смесью сапронита и фитостимифоса оказала большее влияние на величину урожайности зернобобовых культур, чем раздельное применение выше указанных препаратов. Прибавка от их совместного применения была более значительной и превышала контроль в среднем за три года по всем культурам на 17–35%, в большей мере это относится к обоим подвидам гороха (табл. 3). Синергический эффект применяемых препаратов проявлялся во все годы исследований.

Таблица 3 – Урожайность зернобобовых культур при инокуляции семян смесью сапронита и фитостимифоса, ц/га

Культура	Препарат	2005 г.	2006 г.	2007 г.	Среднее	% к контролю
Горох посевной	контроль	14,7	24,9	35,6	25,1	100
	сапронит + фитостимифос	15,6	35,6	43,1	31,4	125
<b>НСР<sub>05</sub></b>		<b>2,4</b>	<b>2,8</b>	<b>1,7</b>		
Горох полевой	контроль	24,7	26,4	34,2	28,4	100
	сапронит + фитостимифос	31,8	41,0	42,5	38,4	135
<b>НСР<sub>05</sub></b>		<b>2,8</b>	<b>3,9</b>	<b>1,5</b>		
Люпин узколистный	контроль	22,3	14,8	27,8	21,6	100
	сапронит + фитостимифос	25,6	19,4	30,8	25,3	117
<b>НСР<sub>05</sub></b>		<b>1,4</b>	<b>2,8</b>	<b>1,8</b>		
Вика яровая	контроль	12,2	18,6	25,4	18,7	100
	сапронит + фитостимифос	14,7	22,8	29,1	22,2	119
<b>НСР<sub>05</sub></b>		<b>2,4</b>	<b>2,5</b>	<b>2,1</b>		

Оказалось, что существенное влияние на этот процесс оказывают метеорологические условия, что выразилось в значительном различии величины прибавки по годам исследований. Так, при указанных ранее неблагоприятных метеорологических условиях 2005 года прибавка урожайности семян всех изучаемых культур от совместного воздействия бактериальных препаратов была наименьшей, а у гороха посевного даже недостоверной. Наоборот, в 2006 году при выпадении в третьей декаде мая – первой декаде июня, в период формирования активного ризосферного симбиоза, около 90 мм осадков и близкой к средней многолетней норме температуре воздуха синергический эффект был наибольшим, у обоих подвигов гороха он существенно превышал 10 ц/га, а у люпина узколистного и вики яровой – более 4 ц/га семян.

#### **Выводы.**

1. Инокуляция семян зернобобовых культур препаратом сапронит обеспечивает прибавку урожайности по сравнению с контролем на 9-19%. Положительный эффект от действия препарата сапронит в значительной мере зависит от условий вегетационного периода.

2. Применение фосфатмобилизирующих микроорганизмов и их влияние на урожайность семян ниже, чем применение азотфиксирующих бактерий и проявляется лишь в отдельные годы, что объясняется, в основном, изменчивостью содержания подвижного фосфора в почве опытных участков.

3. Инокуляция семян смесью сапронита и фитостимифоса оказалась более эффективной по величине урожайности зернобобовых культур, чем раздельное применение этих препаратов. Прибавка достигала в условиях проведения опыта гороха посевного 25%, гороха полевого – 35%, люпина узколистного – 17% и вики яровой – 19%.

#### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Кукреш, Л.В. Продуктивность зернобобовых культур при зернофуражном использовании / Л.В. Кукреш, И.В. Рышкель // Земляробства і ахова раслін. – 2006. – №6. – С.26 – 29.

2. Лукашевич, Н.П. Селекционно-технологические аспекты повышения урожайности гороха в Белоруссии: дис. ... д-ра с-х. наук: 06.01.05 / Н.П. Лукашевич. – Жодино, 1994. – 311 л.
3. Мновак, А. Созданию кормовой базы приоритетное развитие. / А. Мновак // Белорусское сельское хозяйство. – 2004. – №2. – С.21 – 23.
4. Персикова, Т.Ф. Продуктивность бобовых культур при локальном внесении удобрений : монография. / Т.Ф. Персикова. – Горки, 2002. – 326 л.
5. Сафронова, Н.П. Физиолого-биохимические свойства и эффективность бинарных инокулянтов гороха: автореф. ... дис. канд. биол. наук: 04.03.05/ Н.П. Сафронова; ГНУ «Институт микробиологии НАН Беларуси». – Минск, 2005. – 24 с.
6. Эффективность биологических препаратов при возделывании зернобобовых культур : сб. науч. тр. / НАН Беларуси ; Земледелие и селекция в Беларуси ; науч. ред. М.А. Кадыров – Минск, 2004. – №40. – 293 с.
7. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований: учеб. пособие / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 346 с.
8. Возделывание зерновых и зернобобовых культур. Типовые технологические процессы отраслевые регламенты // Белорусский научно-исследовательский институт земледелия и кормов, Белорусский научно-исследовательский институт экономики и информации АПК, Белорусский научно-исследовательский институт защиты растений. – Минск : Минсельхозпрод Республики Беларусь, 1997. – 163 с.
9. Чайковская, Л.А. Биофосфор и его значение в активизации биологической азотфиксации / Л.А. Чайковская // Мікробіол. ж. – 1997. – Т. 59. – № 4. – С. 95–101.
10. Хмелин, И.Н. Фосфор в подзолистых почвах и процессы трансформации его соединений / И.Н. Хмелин. – Л.: Наука, Ленингр. отд-ние, 1984. – 150 с.
11. Почвенная микрофлора и фосфорное питание / Г.С. Муромцев // Ж-л Всесоюз. хим. общ-ва им. Д.И. Менделеева. – 1983. – Т. XXVIII, № 4. – С. 22 – 27.
12. Павлова, В.Ф. Мобилизация фосфатов алюминия и железа почвенными микроорганизмами: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.07 / В.Ф. Павлова ; Всесоюз. науч.-исслед. ин-т с.-х. микробиол. – Л., 1984. – 17с.
13. Kundu, B.S. Effect of nitrogen-fixing and phosphate-solubilising microorganisms as single and composite inoculants on cotton (culture) growth / B.S. Kundu, A.C. Gaur // Indian J. Microbiol. – 1980. – Vol. 20. – № 3. – P. 225–229.

## **INFLUENCE INOCULATION SEEDS ON PRODUCTIVITY OF LEGUMINOUS CULTURES**

***I.V. RYSHKEL, I.E. BUCHENKOV, O.S. RYSHKEL***

### *Summary*

In article it is shown, that to one of ways to increase of seed efficiency of bean cultures is inoculation seeds microbiological preparations (sapronit, fitostimofos and a two-componental mix). Three-year data of researches of action above the specified preparations on grades of peas sowing the Millennium, peas field Alex, lupin Hvolko, vica summer Udacha are cited. It is established, that among studied preparations the two-componental mix is most effective. The maximum increase of productivity from its application is fixed on peas field in 2006 and made 14,6 ts/hectares.

© Рышкель И.В., Бученков И.Э., Рышкель О.С.

*Поступила в редакцию 19 сентября 2011г.*