

**РОСТОВЫЕ ПРОЦЕССЫ, ПРОДУКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА  
ПОЛБЫ ПРИ ИНОКУЛЯЦИИ СЕМЯН АССОЦИАТИВНЫМИ  
ШТАММАМИ РИЗОБАКТЕРИЙ**

*Работа представлена кафедрой ботаники.*

*Научный руководитель – доктор сельскохозяйственных наук, профессор Г. А. Воробейков*

**В полевых мелкоделяночных опытах инокуляция семян полбы ассоциативными штаммами ризобактерий стимулировала их всхожесть и начальные моменты роста проростков, увеличивала площадь листьев растений, чистую продуктивность фотосинтеза и урожай зерна (12–15%). Исследования обосновывают перспективность использования некоторых бактериальных препаратов (азоризин ризоагрин) при выращивании полбы на дерново-подзолистых почвах Северо-Запада РФ.**

**Inoculation of seeds *Triticum dicoccum* of associative bacteria has rendered stimulating effect on germinating power and the initial moments of growth of sprouts, promoted increase the area of leaves of plants, pure efficiency of photosynthesis and a grain yield (12–15%) in field for experiences. Researches prove perspectives of use of some bacterial (*Azospirillum lipoferum*, 137, *Agrobacterium radiobacter*, 204) at cultivation *Triticum dicoccum* on not rich soil Northwest RF.**

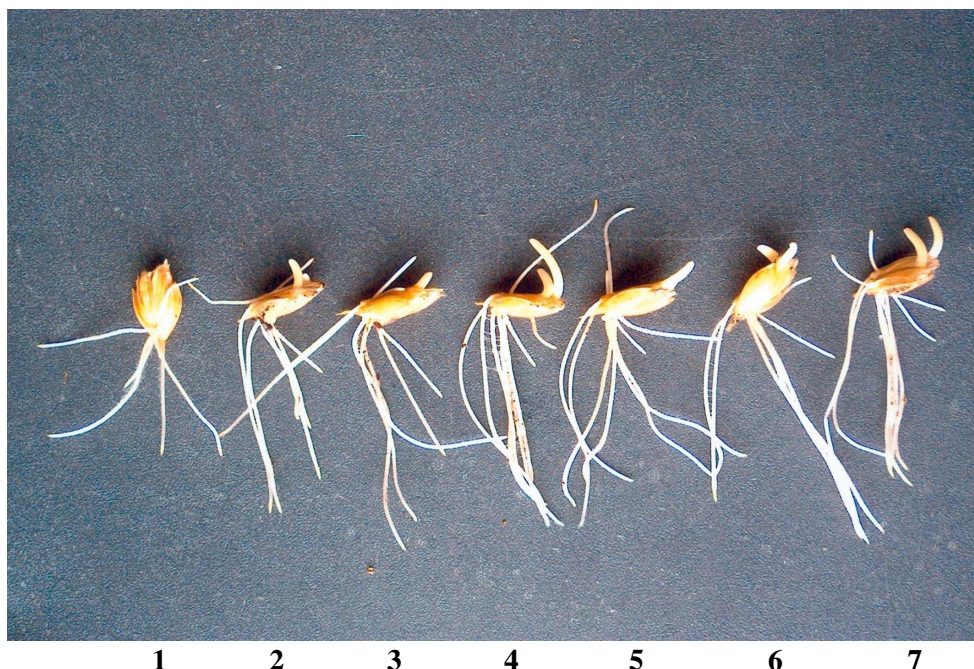
Инокуляция семян ассоциативными штаммами бактерий все шире используется в современной земледелии, позволяя повысить продуктивность растений и качество получаемой продукции, снизить затраты на получение урожая и улучшить экологическую ситуацию окружающей среды. Для установления эффективного микробно-растительного взаимодействия необходим тщательный подбор сорта растений и штамма бактерий, позволяющий в наибольшей степени реализовывать их соответствие<sup>1</sup>. В этом отношении культура полбы совершенно не изучена, но перспективна для установления эффективных взаимодействий с определенными штаммами бактерий. Это объясняется тем, что полба до сих пор мало селекционирована по сравнению с мягкой и твердой пшеницами и поэтому у нее лучше сохранены потенциальные возможности для взаимодействия с почвенной микрофлорой.

Наши исследования по выявлению эффективности бактериальных штаммов для образцов полбы проведены в полевых мелкоделяночных опытах 2002–2005 гг. на биостанции РГПУ им. А. И. Герцена (пос. Вы-

рица Ленинградской области) на дерново-подзолистой супесчаной почве, характеризующейся средней обеспеченностью гумусом, слабокислой реакцией среды и средним содержанием фосфора и калия.

Для предпосевной обработки семян полбы к-33226 (Ульяновская обл.) применили торфяные препараты на основе ассоциативных ризобактерий агрофил (*Agrobacterium radiobacter*, шт. 10), азоризин (*Azospirillum lipoferum*, шт. 137), мизорин (*Arthrobacter mysorens*, шт. 7), мобилин (*Klebsiella mobilis*, шт. П880), ризоагрин (*Agrobacterium radiobacter*, шт. 204), флавобактерин (*Flavobacterium* sp. шт. 30) на фоне  $N_{60}P_{60}K_{60}$ .

В серии лабораторных опытов нами выявлена эффективность инокуляции препаратами ризосферных diaзотрофов на всхожесть и прорастание семян полбы. Результаты исследований показали, что все препараты увеличивают всхожесть семян с 80% (контроль) до 87–93%, оказывают стимулирующее действие на рост корней в длину (на 8–33%) и количество первичных корней на (33–67%), по сравнению с контролем (рис. 1).



**Рис. 1. Внешний вид проростков на пятый день после замачивания семян в препаратах: 1 – контроль (без инокуляции); 2 – агрофил; 3 – азоризин; 4 – мизорин; 5 – мобилин; 6 – ризоагрин; 7 – флавобактерин**

Приведенные факты указывают на возможность практического использования бактерий-стимуляторов для повышения всхожести семян полбы и стимуляции роста проростков на ранней стадии их развития. Так как более значительный эффект на начальных этапах роста проростков проявляется при обработке семян азоризином, ризоагрином и флавобактерином, то для полевого опыта по инокуляции семян нами были выбраны именно эти препараты.

Полученные данные за 2002–2004 гг. свидетельствуют, что обработка семян полбы этими бактериальными препаратами усиливала рост в высоту, увеличивала площадь листовой поверхности и чистую продуктивность фотосинтеза растений.

В опытных вариантах увеличение площади листьев достигало 23% по сравнению с контролем. Наибольший прирост ассимиляционной поверхности отмечен в варианте с ризоагрином 12–23% (рис. 2).

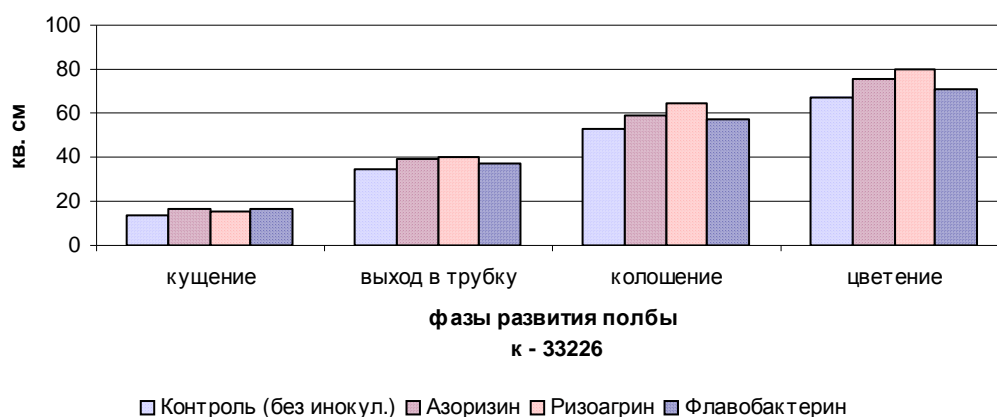


Рис. 2. Динамика формирования площади листьев полбы при инокуляции семян различными штаммами ассоциативных ризобактерий (полевой опыт, 2002–2004 гг., среднее за 3 года)

Кроме выявления действия инокуляции семян бактериальными штаммами на развитие общей листовой поверхности, важно также проследить изменение площади двух верхних листьев растений, роль которых заключается в непосредственном обеспечении формирующегося зерна продуктами фотоассимиляции.

По данным нашего эксперимента, инокуляция семян бактериальными препаратами стимулировала увеличение поверхности двух верхних листьев (флагового и предфлагового), непосредственно участвующих в наливе зерна. Суммарное увеличение площади флагового и предфлагового листьев составило 6–13%. Наибольшее ее значение отмечено в варианте с ризоагрином – 41,9 см<sup>2</sup> (113%).

Таким образом, инокуляция семян бактериальными препаратами оказывает сти-

мулирующий эффект на формирование листовой поверхности, в том числе и двух верхних листьев.

Еще одной важной характеристикой ростовых и продукционных процессов является величина прироста сухой массы растения за определенный период вегетации. Она определяется балансом интенсивности фотосинтеза и дыхания в дневное и ночное время суток. Отражением этого баланса является величина чистой продуктивности фотосинтеза (ЧПФ), которая у пшеницы и других колосовых злаков обычно рассчитывается на единицу площади листьев<sup>2</sup>.

Поэтому следующей задачей наших исследований было выявление влияния бактериальных штаммов на чистую продуктивность фотосинтеза полбы. Полученные данные показали, что в фазы кущение – выход в трубку наибольшее значение ЧПФ отме-

чено в вариантах с азоризином и ризоагрином, составляющим по 4,5 г/м<sup>2</sup> (105%), в период выход в трубку – колошение – в варианте с ризоагрином – 8,4 г/м<sup>2</sup> (112%) и в фазы колошения – цветения – в варианте с флавобактерином – 14,6 г/м<sup>2</sup> (122%).

Следовательно, инокуляция семян растений препаратами на основе ассоциативных ризобактерий способствовала увеличению чистой продуктивности фотосинтеза опытных растений. Эта величина находится в тесной взаимосвязи с показателями листовой поверхности и накоплением растениями биомассы.

Интегральным показателем эффективности действия бактериальных препаратов на растения является величина урожая. Нами исследовано влияние бактериальных препаратов на такие элементы структуры урожая полбы, как продуктивная кустистость, общая биомасса растений полбы, количество зерен, абсолютная масса 1000 зерен, урожай зерна. В опытных вариантах с инокуляцией бактериальными препаратами наблюдалось увеличение количества продуктивных стеблей, числа зерен в колосе, массы 1000 зерен и общего урожая

растений. В среднем за годы исследований наибольшее влияние на продуктивную кустистость оказал препарат ризоагрин, особенно в годы с благоприятным влагообеспечением (2004 г.). В варианте с применением флавобактерина отмечен наибольший прирост количества колосков (на 11%) и зерен (на 7%) относительно контроля. В варианте с ризоагрином – максимальная абсолютная масса зерна – 35,6 г (113%). В опытах возрастала сухая масса растений на 8–11%, урожай зерна на 12–15% (табл.) по сравнению с контролем. Наиболее эффективными препаратами в повышении продукционных показателей являются азоризин и ризоагрин. Аналогичные результаты были получены и в вегетационных опытах.

Исследования химического состава зерна в вариантах с инокуляцией растений выявили увеличение содержания общего азота (2,25–2,45%; контроль 2,22%) и фосфора (1,01%; контроль 0,95%). Наибольшее влияние на увеличение этих показателей отмечено в варианте с флавобактерином. Содержание калия в зерне опытных растений существенно не изменялось.

**Таблица**

**Влияние инокуляции семян ассоциативными ризобактериями на продуктивность полбы (полевой опыт, 2002–2005 гг., среднее за 4 года)**

Вариант	Сухая масса растений		Масса зерна		К (хоз.)
	ц/га	%	ц/га	%	
Контроль (без инокуляции)	57,0	100	18,8	100	33,0
Азоризин	62,9	110	21,7	115	34,5
Ризоагрин	63,2	111	21,7	115	34,4
Флавобактерин	61,6	108	21,0	112	34,0
НСР <sub>0,5</sub>	4,6	–	0,9	–	–

Таким образом, в условиях Северо-Запада на дерново-подзолистых почвах растения полбы проявляли отзывчивость на инокуляцию семян бактериальными препаратами. Установлено, что предпосевная об-

работка семян полбы стимулировала прирост площади листовой поверхности и чистую продуктивность фотосинтеза (ЧПФ), относительно контроля (без инокуляции). Увеличение урожая зерна в варианте с азос-

пириллами (препарат азоризин) и агробактериями (препарат ризоагрин) составило в среднем за 4 года исследований 12–15%. В серии параллельных полевых опытов с возрастающими дозами азота выявлено, что по

своей эффективности в формировании урожая полбы обработка семян некоторыми бактериальными препаратами (азоризин, ризоагрин) эквивалентна дополнительному внесению 30 кг/га азота.

#### **ПРИМЕЧАНИЯ**

<sup>1</sup> Тихонович И. А., Кожемяков А. И., Чеботарь В. К. и др. Биопрепараты в сельском хозяйстве. (Методология и практика применения микроорганизмов в растениеводстве). М., РАСХН, 2005; Завалин А. А. Биопрепараты, удобрения и урожай. М., ВНИИУ, 2005.

<sup>2</sup> Андрианова Ю. Е., Тарчевский И. А. Хлорофилл и продуктивность растений. М.: Наука, 2000.