

УДК 635.1/.8:631.46: 579.841.31:631.82

**МИКРОБНЫЕ ПРЕПАРАТЫ КАК ФАКТОРЫ  
РЕГУЛИРОВАНИЯ ЧИСЛЕННОСТИ  
АГРОНОМИЧЕСКИ ЦЕННЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ  
В ПОЧВЕ И РИЗОСФЕРЕ ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР**

**Аутко А.А.<sup>2</sup>, Суховицкая Л.А.<sup>1</sup>, Сафронова Г.В.<sup>1</sup>,  
Аутко Ан.А.<sup>2</sup>, Позняк О.В.<sup>2</sup>, Короленок Н.В.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>ГНУ “Институт микробиологии НАН Беларуси”,  
ул. Акад. В.Ф. Купревича, 2, г. Минск, 220141, Беларусь

<sup>2</sup>РУП “Институт овощеводства”,  
ул. Ковалева, 2, п. Самохваловичи, Минский р-н,  
Минская обл., 223013, Беларусь  
E-mail: Las46@mail.ru

*Использование микробных препаратов Ризобактерин и Фитостимифос вместе с сидеральной культурой (люпин) обогащает почву азотфиксирующими и фосфатмобилизирующими микроорганизмами.*

*Ключевые слова: микробные препараты, Ризобактерин, Фитостимифос, микробоценоз, ризосфера, овощные культуры.*

Сельское хозяйство Беларуси в последние годы имеет положительную динамику развития. В 2003-2005 гг., по сравнению с предыдущим периодом, увеличилось производство большинства видов сельскохозяйственной продукции: картофеля, овощей, сахарной свеклы, льна, кормов и т.д. Однако, положение в аграрном секторе экономики остается сложным. В большинстве случаев сельскохозяйственное производство характеризуется высокой удельной затратностью и, в связи с этим, недостаточной конкурентоспособностью товарной продукции [1]. Реальной возможностью интенсификации производства сельхозпродукции является совершенствование существующих и разработка новых элементов ресурсосберегающих технологий возделывания культур.

В целях повышения технико-экономической эффективности агропромышленного комплекса в ближайшие годы основным направлением должна стать оптимизация землепользования в соответствии с ресурсо- и энергосберегающими адаптивными технологиями растениеводства и земледелия [2]. В связи с этим

важным способом повышения продуктивности земледелия и растениеводства, в том числе и овощеводства, является биологическое земледелие. Оно основано на использовании для повышения урожайности сельскохозяйственных растений потенциальных возможностей агроэкосистем при минимизации применения химических средств.

Одним из способов воспроизводства почвенного плодородия является использование сидератов, среди которых особое место занимает однолетний кормовой люпин, являющийся отличным предшественником для большинства сельскохозяйственных культур. При его запахивании изменяется состав и повышается активность сапрофитных почвенных микроорганизмов. Так, например, создаются конкурентные условия для почвенных грибов – возбудителей корневых гнилей и других болезней растений [3]. Известно также, что микробные технологии в земледелии и растениеводстве, основанные на применении биологических препаратов широкого спектра действия, не менее существенно влияют на микробные ценозы почв.

Цель исследований – определить влияние биопрепаратов Ризобактерин и Фитостимифос, использованных для обработки сидеральной культуры люпина, на численность агрономически ценных микроорганизмов в почве и ризосфере овощных культур.

**Материалы и методы.** Экспериментальная работа проводилась в течение 2005-2007 гг. на дерново-подзолистой почве опытного участка РУП “Институт овощеводства”.

Микробиологический анализ образцов почвы проводили 4 раза: через 1 мес. после заделки сидеральной культуры, обработанной биопрепаратами (сентябрь 2005 г. и сентябрь 2006 г.) и до высадки семян корнеплодов и рассады капусты (апрель 2006 г. и апрель 2007 г.). Образцы отбирали из почвенного горизонта 1-10 см.

Численность микроорганизмов ризосферы свеклы сорта Прыгажуня, моркови сорта Лявоніха, капусты сорта Надзея определяли в фазы интенсивного формирования корнеплодов и кочана. Образцы ризосферной почвы отбирали в соответствии с руководством [4].

Плотность популяций микроорганизмов восьми агрономически ценных групп (аммонифицирующие, в т.ч. споровые аммонификаторы, усваивающие минеральный азот, в т.ч.

актиномицеты, олигонитрофильные, фосфатмобилизирующие, целлюлозоразрушающие – грибы и бактерии) в почве и ризосфере овощных культур изучали методом разведения и поверхностного посева почвенной суспензии на твердые питательные среды [4-6]. Расчет количественного содержания микроорганизмов вели на 1 г абсолютно сухой почвы с учетом влажности соответствующих образцов, определенной одновременно с микробиологическим посевом.

Общую биогенность определяли суммированием количества микроорганизмов восьми изучаемых агрономически ценных групп.

Наработку биопрепаратов Ризобактерина и Фитостимофоса для обработки сидерата (люпин сорта Центнер) проводили в соответствии с ТУ РБ 100289066.023-2002 и ТУ РБ 100289066.022-2002 на основе антибиотико-резистентных штаммов-биоагентов препаратов, которые получали с применением принятых методов [7]. В качестве маркеров использовали антибиотики ампициллин и рифампицин, конечная концентрация которых составляла 150 мкг/мл [8]. Определение “естественного” фона – обилия почвенных популяций, устойчивых к выбранным мутагенам, не выявило в анализируемых почвенных образцах микробных популяций, устойчивых к ампициллину и рифампицину в указанной концентрации.

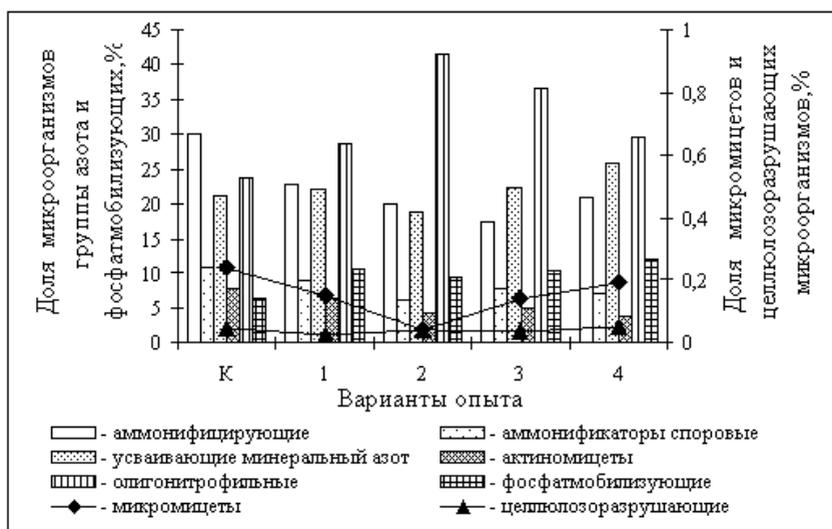
Идентификацию штаммов-интродуцентов осуществляли антибиотико-резистентным методом, посредством высева почвенной суспензии на твердые питательные среды, содержащие антибиотики-маркеры [9].

Обработку сидеральной культуры биопрепаратами проводили следующим образом: растения люпина выращивали до стадии сизых бобов, измельчали и обрабатывали с помощью опрыскивателя рабочим раствором биопрепаратов. Рабочий раствор биопрепаратов готовили непосредственно перед применением: гектарную норму биопрепаратов (500 или 1000 мл) разбавляли водой из расчета 100 л на один гектар. Обработанную сидеральную культуру заделывали в почву на глубину 10 см.

Для обработки полученных данных использовали методы математической статистики [10, 11] при принятом допущении о распределении данных по нормальному закону.

**Результаты и их обсуждение.** Нами выявлено последствие сидеральной культуры (люпин), обработанной перед запахиванием экологически безопасными биопрепаратами азотфиксирующего (Ризобактерин) и фосфатмобилизирующего (Фитостимифос) действия, на выживаемость микробных продуцентов, структуру микробиоценоза и общую биогенность верхнего слоя почвы.

Впервые экспериментально показана принципиальная возможность обогащения верхнего слоя почвы агрономически ценными микроорганизмами и биоагентами микробных препаратов Ризобактерина и Фитостимифоса (рис. 1-3).

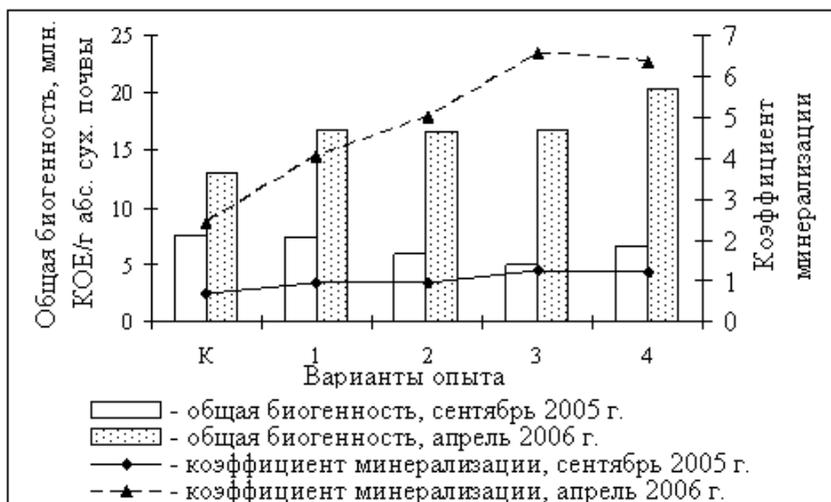


1 – люпин без обработки (контроль); 2 – обработка люпина Ризобактерином (0,5 л/га); 3 – обработка люпина Ризобактерином (1,0 л/га); 4 – обработка люпина Фитостимифосом (0,5 л/га); 5 – обработка люпина Фитостимифосом (1,0 л/га)

*Рис. 1. Влияние применения сидеральной культуры (люпина) и биопрепаратов на структуру микробиоценоза почвы (2005-2006 гг.)*

Двухлетний мониторинг выживаемости биоагентов препаратов после интродукции в почву с запаханной сидеральной культурой, проведенный антибиотико-резистентным методом, свидетельствует об активном их взаимодействии с резидентными диазотрофными и фосфатмобилизирующими

микробными популяциями (рис. 3). По целому ряду полученных показателей (общая биогенность, численность агрономически ценных микроорганизмов, содержание интродуцентов в структуре микробоценозов почвы) их использование вместе с сидеральной культурой обогащает почву азотфиксирующими и фосфатмобилизирующими микроорганизмами.

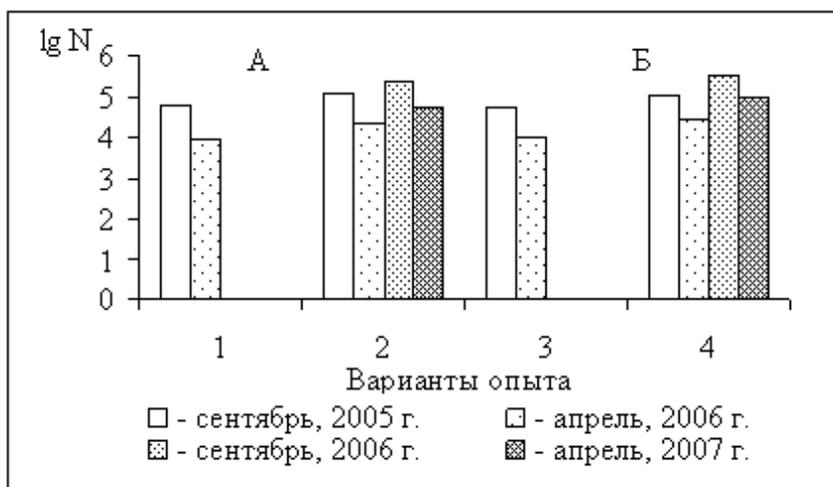


К – люпин без обработки (контроль); 1 – обработка люпина Ризобактерином (0,5 л/га); 2 – обработка люпина Ризобактерином (1,0 л/га); 3 – обработка люпина Фитостимифосом (0,5 л/га); 4 – обработка люпина Фитостимифосом (1,0 л/га)

*Рис. 2. Влияние запаханной сидеральной культуры, обработанной биопрепаратами Ризобактерин и Фитостимифос, на общую биогенность и коэффициент минерализации в верхнем слое почвы (2005-2006 гг.)*

В отличие от описанных выше микробоценозов почвы, сформировавшихся в отсутствие вегетирующих растений, последствие сидерата и биопрепаратов Ризобактерина и Фитостимифоса на ризосферные микробоценозы моркови, свеклы и капусты (2-2,5 месяца вегетации) проявилось не только в увеличении численности микроорганизмов за счет интродукции diazotrophic и фосфатмобилизирующих бактерий с биопрепаратами (табл.). Выявлена стимуляция развития микроорганизмов, усваивающих минеральный азот. В частности, их численность в 2006-2007 гг. в вариантах с сидеральной культурой, обработанной

Ризобактерином, возросла в среднем на 53 % (морковь), 40 % (свекла), 65 % (капуста), Фитостимифосом – на 72 %.



N – численность диазотрофного (А) и фосфатомобилизирующего (Б) интродуцентов; 1 – обработка люпина Ризобактерином (0,5 л/га); 2 – обработка люпина Ризобактерином (1,0 л/га); 3 – обработка люпина Фитостимифосом (0,5 л/га); 4 – обработка люпина Фитостимифосом (1,0 л/га)

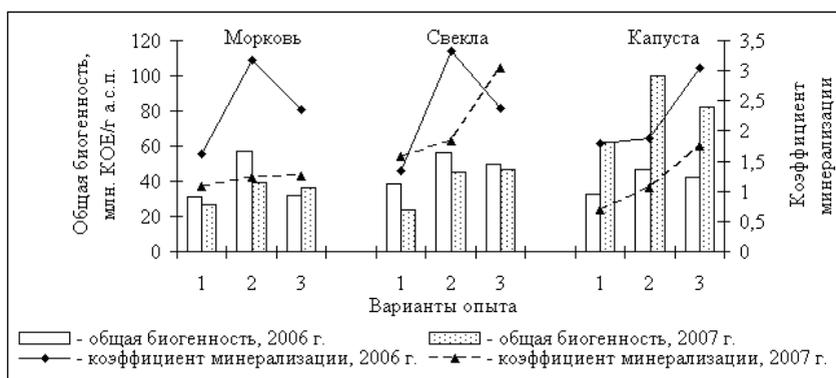
*Рис. 3. Выживаемость биоагентов препаратов Ризобактерина и Фитостимифоса после перезимовки в верхнем слое почвы, содержащем запаханную сидеральную культуру*

Существенно увеличилось количество и доля актиномицетов. В среднем за 2 года плотность популяции этой группы превышает контроль на 42 %, а содержание актиномицетов в составе усваивающих минеральный азот микроорганизмов колеблется в пределах 2,32-6,80 % (контроль) и 3,84-9,38 %. В то же время наблюдалось заметное снижение численности целлюлозоразрушающих микроорганизмов.

Независимо от возделываемой культуры, в 2006 г. общая биогенность в вариантах с использованием Ризобактерина для обработки сидерата была выше (в 1,7 раза) в сравнении с контролем. В 2007 г. наиболее высокая биогенность обнаружена в ризосфере моркови при использовании Ризобактерина ( $3,94 \cdot 10^7$  КОЕ/г а.с.п.), свеклы и капусты – при применении Фитостимифоса ( $4,99 \cdot 10^7$  и

1,00 · 10<sup>8</sup> КОЕ/г а.с.п., соответственно) (рис. 4).

Высокая биогенность обусловлена увеличением содержания в структуре микробоценозов diaзотрофных (в вариантах с Ризобактерином) и фосфатмобилизирующих (в вариантах с Фитостимифосом) микроорганизмов, а также микроорганизмов, ответственных за минерализационные процессы. Определение коэффициента минерализации ( $K_M$ ) выявило, что в ризосферной почве изучаемых овощных культур преобладают минерализационные процессы, на что указывает превышение численности микроорганизмов, использующих минеральный азот, над аммонифицирующими.



1 – люпин без обработки (контроль); 2 – обработка люпина Ризобактерином (1,0 л/га); 3 – обработка люпина Фитостимифосом (1,0 л/га)

Рис. 4. Общая биогенность и коэффициент минерализации в ризосферной почве овощных культур (2006-2007 гг.)

Минерализационные процессы (2006 г.) более активно идут в вариантах с применением Ризобактерина. Наиболее высокий показатель  $K_M$  выявлен в ризосфере свеклы (3,32) и моркови (3,17). В ризосфере капусты аналогичная тенденция наблюдалась в варианте с обработкой сидерата Фитостимифосом. В 2007 г. наиболее высокие показатели коэффициента минерализации выявлены в ризосфере свеклы (3,05) и капусты (1,74) при применении Фитостимифоса.

Таблица. Влияние Ризобактерина и Фитостимифоса, используемых для обработки сидеральной культуры люпина, на численность микроорганизмов агрономически ценных групп ризосферы овощных культур (2006-2007 гг.)

Варианты опыта	Микроорганизмы агрономически ценных групп, млн КОЕ/г абс. сух. почвы									
	аммонифицирующие	аммонификаторы спорные	Усваивающие минеральный азот		олигонитрофильные	фосфат-мобилизирующие	микромицеты	целлюлозо-разрушающие		
			общая численность	актиномицеты				тыс. КОЕ/г абс. сух. почвы	тыс. КОЕ/г абс. сух. почвы	
морковь										
Люпин без обработки (контроль)	6,14 ± 0,068	0,99 ± 0,049	9,99 ± 0,130	1,02 ± 0,322	10,42 ± 0,399	1,81 ± 0,039	20,9 ± 1,04	578,2 ± 23,60		
Обработка люпина Ризобактерином (1,0 л/га)	5,11 ± 0,208	2,80 ± 0,075	5,51 ± 0,078	1,49 ± 0,039	6,33 ± 0,259	3,74 ± 0,157	34,6 ± 1,41	267,5 ± 7,86		
Обработка люпина Ризобактерином (1,0 л/га)	4,38 ± 0,039	0,56 ± 0,014	13,88 ± 0,479	2,71 ± 0,136	33,12 ± 0,375	2,12 ± 0,068	13,8 ± 3,93	416,9 ± 10,41		
Обработка люпина Фитостимифосом (1,0 л/га)	7,63 ± 0,208	2,20 ± 0,075	9,83 ± 0,343	1,65 ± 0,068	13,61 ± 0,614	3,74 ± 0,001	13,4 ± 0,39	629,3 ± 20,81		
Обработка люпина Фитостимифосом (1,0 л/га)	5,19 ± 0,246	0,73 ± 0,034	12,19 ± 0,060	1,22 ± 0,393	9,13 ± 0,350	2,87 ± 0,079	22,0 ± 7,87	405,1 ± 39,92		
свекла										
Люпин без обработки (контроль)	9,12 ± 0,038	0,80 ± 0,033	12,14 ± 0,203	1,19 ± 0,038	14,25 ± 0,653	0,20 ± 0,010	16,1 ± 1,05	639,6 ± 20,27		
Обработка люпина Ризобактерином (1,0 л/га)	4,26 ± 0,078	2,18 ± 0,063	6,74 ± 0,267	3,10 ± 0,077	4,57 ± 0,205	2,04 ± 0,675	33,3 ± 1,55	689,5 ± 20,50		
Обработка люпина Ризобактерином (1,0 л/га)	5,17 ± 0,265	1,01 ± 0,027	17,96 ± 0,552	1,72 ± 0,066	29,41 ± 0,590	0,33 ± 0,014	12,3 ± 0,38	555,4 ± 27,62		
Обработка люпина Фитостимифосом (1,0 л/га)	6,43 ± 0,155	2,39 ± 0,195	9,84 ± 0,205	4,73 ± 0,025	10,30 ± 0,310	8,99 ± 0,338	30,2 ± 1,16	526,8 ± 40,50		
Обработка люпина Фитостимифосом (1,0 л/га)	8,85 ± 0,435	1,70 ± 0,028	21,07 ± 0,602	1,19 ± 0,038	15,36 ± 0,754	0,67 ± 0,030	14,2 ± 0,38	505,6 ± 22,98		
Обработка люпина Фитостимифосом (1,0 л/га)	4,73 ± 0,020	1,26 ± 0,041	14,41 ± 0,641	1,01 ± 0,041	5,50 ± 0,279	19,52 ± 0,003	24,0 ± 1,02	480,3 ± 27,93		
капуста										
Люпин без обработки (контроль)	5,98 ± 0,142	1,43 ± 0,051	10,78 ± 0,197	1,69 ± 0,039	11,92 ± 0,136	0,42 ± 0,010	15,0 ± 0,39	601,8 ± 1,80		
Обработка люпина Ризобактерином (1,0 л/га)	28,66 ± 0,205	1,44 ± 0,188	19,87 ± 0,405	1,45 ± 0,028	7,05 ± 0,387	4,03 ± 0,160	21,7 ± 0,37	550,0 ± 20,50		
Обработка люпина Ризобактерином (1,0 л/га)	8,81 ± 0,258	1,02 ± 0,052	16,56 ± 0,171	1,93 ± 0,104	17,74 ± 0,821	0,43 ± 0,017	8,3 ± 0,07	326,5 ± 1,42		
Обработка люпина Фитостимифосом (1,0 л/га)	31,99 ± 1,247	1,43 ± 0,063	33,78 ± 0,471	4,18 ± 0,134	22,85 ± 0,634	5,84 ± 0,222	20,1 ± 0,38	433,8 ± 20,50		
Обработка люпина Фитостимифосом (1,0 л/га)	5,90 ± 0,068	0,67 ± 0,010	17,98 ± 0,142	1,73 ± 0,104	14,83 ± 0,343	0,75 ± 0,079	16,2 ± 0,79	271,4 ± 1,18		
Обработка люпина Фитостимифосом (1,0 л/га)	21,54 ± 0,689	2,18 ± 0,081	37,57 ± 0,675	3,95 ± 0,268	10,07 ± 0,015	6,76 ± 0,163	34,5 ± 1,02	247,9 ± 21,0*		

Примечание: численность микроорганизмов агрономически ценных групп (2006 г.), численность микроорганизмов агрономически ценных групп (2007 г.), \* – P > 5 %

Таким образом, установлено последствие изучаемого приема, проявляющееся в обогащении ризосферы овощных культур (морковь, свекла, капуста) диазотрофными и фосфатмобилизирующими бактериями и микроорганизмами агрономически ценных групп, ответственными за минерализационные процессы. Экспериментально показана возможность регулирования численности агрономически ценных групп микроорганизмов почвы путем применения экологически безопасных биопрепаратов Ризобактерина и Фитостимифоса в аспекте повышения потенциала почвенных микроорганизмов. Их использование обогащает верхний слой почвы диазотрофными и фосфатмобилизирующими микроорганизмами-интродуцентами, что, в свою очередь, является косвенным показателем усиления ее азотфиксирующего и фосфатмобилизирующего потенциала. Полученные нами результаты являются основой при разработке практических подходов регулирования численности микроорганизмов в агроценозах и приемов повышения их азотфиксирующего и фосфатмобилизирующего потенциала.

1. Кукреш Л.В. Актуальные проблемы экономики АПК /Л.В. Кукреш //Весці нацыянальнай акадэміі Беларусі. Сер. аграрных навук.– 2004.– № 2. – С. 3-7.

2. Гусаков В.Г. Направления повышения эффективности агропромышленного комплекса /В.Г. Гусаков, В.И. Бельский //Весці нацыянальнай акадэміі Беларусі. Сер. аграрных навук. – 2002. – № 4. – С. 10-15.

3. Шик А.С. Использование люпина в качестве сидеральной культуры, повышающей плодородие почвы /А.С. Шик //Приемы повышения плодородия почв, эффективности удобрений и средств защиты растений: Матер. Междунар. науч.-практ. конф. (Горки, 27-29 мая 2003 г.). – Горки, 2003. – Ч. 1. – С. 168-169.

4. Теппер Е.С. Практикум по микробиологии /Е.С. Теппер, В.К. Шильникова, Г.И. Переверзева. – Минск: Колас, 1972. – 200 с.

5. Сэги Й. Методы почвенной микробиологии /Й. Сэги. – Минск: Колас, 1983.– 296 с.

6. Методы почвенной микробиологии и биохимии /Под ред. Д.Г. Звягинцева. – М.: МГУ, 1980. – 223 с.

7. Методы общей бактериологии: в 3 т. /Под ред. Ф. Герхардта и др. – М.: Мир, 1983. – Т. 2. – С. 29-31.

8. Генетические методы селекции клубеньковых бактерий (методические рекомендации) /ВНИИ с.-х. микробиологии. – Л., 1984.

– С. 10-11.

9. Кожевин П.А. Популяционная экология почвенных микроорганизмов: Автореф. дис. ... доктора биол. наук: 03.00.07 /П.А. Кожевин. – Москва, 2000. – 55 с.

10. Рокицкий П.Ф. Основы вариационной статистики для биологов /П.Ф. Рокицкий. – Минск: БГУ, 1973. – 221 с.

11. Плохинский Н.А. Алгоритмы биометрии /Н.А. Плохинский. – Минск: БГУ, 1980 – 150 с.

## **МІКРОБНІ ПРЕПАРАТИ ЯК ФАКТОРИ РЕГУЛЯЦІ ЧИСЕЛЬНОСТІ АГРОНОМІЧНО КОРИСНИХ МІКРООРГАНІЗМІВ У ҐРУНТІ ТА РИЗОСФЕРІ ОВОЧЕВИХ КУЛЬТУР**

**Аутко О.О.<sup>2</sup>, Суховицька Л.А.<sup>1</sup>, Сафронова Г.В.<sup>1</sup>,  
Аутко Ан.О.<sup>2</sup>, Позняк О.В.<sup>2</sup>, Корольонок Н.В.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>ДНУ “Інститут мікробіології НАН Білорусі”

<sup>2</sup>РУП “Інститут овочівництва”, Білорусь

*Використання мікробних препаратів Ризобактерин і Фітостімофос сумісно з сидеральною культурою (люпин) збагачує ґрунт азотфіксувальними і фосфатмобілізувальними мікроорганізмами.*

*Ключові слова: мікробні препарати, Фітостімофос, Ризобактерин, мікробоценоз, ризосфера, овочеві культури.*

## **MICROBIAL PREPARATIONS AS THE REGULATION FACTORS OF AGRONOMICALLY VALUABLE MICROORGANISMS NUMBER IN SOIL AND RHIZOSPHERE OF VEGETABLE CULTURES**

**Autko A.A.<sup>2</sup>, Sukhovitskaya L.A.<sup>1</sup>, Safronava H.V.<sup>1</sup>,  
Autko An.A.<sup>2</sup>, Poznyak O.V.<sup>2</sup>, Korolenok N.V.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Institute of Microbiology, National Academy of Sciences, Belarus

<sup>2</sup>Institute of Vegetable culture, Belarus

*Use of microbial preparations Rhizobacterin and Phytostimophos together with sideral culture (lupine) enriches soil with nitrogen fixing and phosphate mobilizing microorganisms.*

*Key words: microbial preparations, Rhizobacterin, Phytostimophos, microbial cenosis, rhizosphere, vegetable cultures.*