

**РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ ПОЧВОУТОМЛЕНИЯ  
НА ПРИМЕРЕ ООО «АГРОКОМПЛЕКС «АК БАРС»  
Мухамадиев Р.Х., Ибатуллина Р.П.**

**Реферат.** В настоящее время состояние агроэкосистем и почвенного покрова нашей страны и, в частности, Республики Татарстан многие ученые оценивают как кризисное. На агроэкосистемы негативно влияют как естественные, так и с антропогенные факторы. К основным последствиям хозяйственной деятельности человека можно отнести: почвенную эрозию, загрязнение, истощение и подкисление почв, их осолонцевание, переувлажнение и оглеение, деградацию минеральной основы почв, их обеднение минеральными веществами и дегумификацию. Все это усиливается резким сокращением работ, направленных на поддержание плодородия почв. За последние 40 лет в Татарстане содержание гумуса в пахотном слое снизилось на 0,8%. Баланс основных элементов питания сельхозкультур остается отрицательным. Исследование фитосанитарного состояния почв РТ показало наличие высокого, порогового уровня семенных инфекций. Специалисты ООО Агрокомплекс «Ак Барс» взяли курс на управление биологической активностью почвы. Главным направлением оздоровления почвы стала биологизация земледелия: внесение органических удобрений, внедрение сидеральных паров, запашка измельченной соломы, использование многолетних бобовых трав, зернобобовых культур. Широко используются микроорганизмы, участвующие в синтезе гумусовых соединений, осуществляется инокуляция пожнивных остатков полезными микроорганизмами, участвующими в контроле растительных патогенов.

**Ключевые слова:** Rhizobium, агроэкосистема, дегумификация, патогены, элементы питания, почвоутомление, биологический баланс, микроорганизмы.

**Введение.** Концепция устойчивого развития агропромышленного комплекса предусматривает удовлетворение потребностей общества на фоне сохранения нормального состояния и взаимодействия всех компонентов биосферы, в том числе и почвы. Экологически безопасная направленность землепользования основана на максимально возможном приближении земледелия к естественно-природным аналогам, оптимизированных технологий возделывания сельскохозяйственных культур, что позволит сохранить плодородие почв и предотвратить ее деградацию [1].

Усугубляет положение и почвоутомление, которое наблюдается после в ходе безграмотного использования химических удобрений и пестицидов, при отсутствии в севообороте многолетних трав и сидератов, интенсивных типов механических обработок. Почва истощается, деградирует, содержание гумуса уменьшается, нарушается химический и биологический баланс, увеличиваются колонии болезнетворных микроорганизмов, происходит накопление токсических веществ, а также семена сорняков. Почвенный слой становится непригодной для выращивания растений, их урожайность резко снижается [2].

Современный этап развития сельского хозяйства требует все большей концентрации, специализации и агропромышленной интеграции, что, в свою очередь, выдвигает новые требования как к технологии возделывания полевых культур, так и к вопросам сохранения и восстановления почвенной продуктивности [3,4].

**Условия, материалы и методы исследований.** Объекты исследования: сельскохозяйственные культуры: горох Ватан, многолетние кормовые травы (люцерна, рапс, клевер, донник желтый); биопрепараты производства ООО «НПИ «Биопрепараты»: биоудобрения – «Ризоторфин», «Мизорин»; биофунгициды – «Фитотрикс», «Фитотонус». Постановка опытов: полевые опыты на посевах ООО Агрокомплекс «Ак Барс». Лабораторные исследования проводились в вегетационный период 2017 года на базе ООО «НПИ «Биопрепараты» (микробиологическая лаборатория, почвенная лаборатория).

Методы исследования: стандартные микробиологические методы исследования.

**Анализ и обсуждение результатов исследования.** Проблема повышения урожайности культур, стабилизация продуктивности севооборота неразрывно связаны с проблемой повышения плодородия почв. Исследование фитосанитарного состояния почв РТ показало наличие высокого, порогового уровня семенных инфекций. Основной причиной увеличения инфекционного фона в современных агроценозах стало использование инфицированных семян зерновых, а также поражение семян сорняков (щиряцы, подмаренника и др.) возбудителями корневых гнилей.

Поднимаемые выше проблемы были характерны для ООО Агрокомплекс «Ак Барс». Изучив литературу и имеющийся опыт передовых хозяйств, взяв за основу новые разработки республиканских ученых в этой области, специалисты хозяйства взяли курс на

управление биологической активностью почвы и за последние 10 лет содержание органического вещества в пахотном слое почвы на полях ООО «Ак Барс» увеличилось на 0,25%. Путь восстановления почвы – путь созидания и стабильности, вот главный лозунг, который помогает агрокомплексу стабильно достигать высоких показателей урожайности и продуктивности сельхозпродукции.

Известно, что содержание доступного растениям азота в почве обычно невелико. Поэтому к числу основных проблем сельскохозяйственной отрасли относится проблема биологической азотфиксации, от которой зависит качество и продуктивность культур. Известно, что для активной азотфиксации растениям необходимы такие микроэлементы, как бор и молибден.

При составлении баланса азота в севообороте с бобовыми важное значение имеет количество усвоенного азота атмосферы растениями, его доля в урожае и на какое последствие азота следует рассчитывать при запашке пожнивно-корневых остатков бобовых. Поэтому повышение урожайности сельскохозяйственных растений связано в первую очередь с улучшением их азотного питания.

В современных условиях, при повышении цен на минеральные удобрения, максимальное использование биологических возможностей многолетних трав позволит не только снизить себестоимость животноводческой продукции, но и решить многие экологические и природоохранные задачи, снизить утомляемость почвы и повысить ее плодородие. Они относятся к идеальным культурам предшественникам, так как оставляют в почве для последующих культур большое количество фосфора и калия в доступном состоянии, а также способствуют возвращению азота в почву с растительными остатками. Например, при урожайности зеленой массы клевера 400-500 ц/га он фиксирует из воздуха 250-260 кг азота, причем 100 кг азота возвращается в почву с растительными

остатками [3].

Совершенствование структуры севооборотов должно проводиться в направлении увеличения урожайности зеленой массы многолетних многоукосных культур. В рамках настоящего исследования доказано, что применение биопрепаратов является перспективным направлением в области решения поставленной задачи. Урожайность зеленой массы донника, люцерны, клевера и рапса после инокуляции семян тестируемыми биокомплексами (биоудобрение+биофугницид) представлены на рисунке 1. Варианты опытов: донник и клевер (б/у «Ризоторфин» + б/ф «Фитотонус»); люцерна (б/у «Ризоторфин» + б/ф «Фитотрикс»); рапс (б/у «Мизорин» + б/ф «Фитотрикс»).

Из всех тестируемых культур наиболее высокие показатели зеленой массы были отмечены у донника желтого. Данную культуру культивируют как очень выгодное кормовое растение, которое дает огромную растительную массу.

Как сидератная культура донник имеет ряд преимуществ: благодаря мощной корневой системе результативно накапливает азот в почве, значительно улучшается структура грунта, воздухо- и влагообмен, и что самое ценное питается только теми питательными компонентами, которые сосредоточены в нижних слоях грунта; обладает способностью освобождать труднорастворимые для других растений фосфаты; способствует оздоровлению почвы.

Донник образует настолько мощные стебли, что в качестве сидерата припахивать, заделывать в грунт лучше в стадии 40-50 см и не больше, с целью наиболее эффективного разложения его растительных остатков в почве.

Растения гороха и другие зернобобовые также являются отличными сидератами и к фазе цветения накапливают 45-55% азота от максимального количества усвоенного за вегетацию. Около 70-80% азота, накопленного до

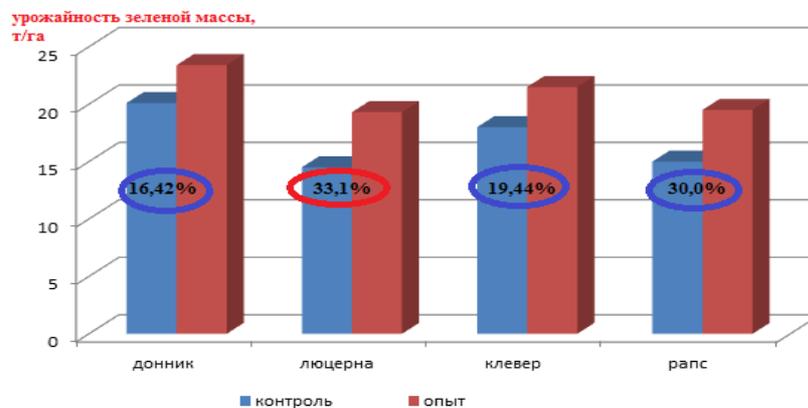


Рисунок 1 – Зависимость урожайности зеленой массы от вариантов предпосевной обработки семян многолетних кормовых трав

цветения в вегетативных органах (листьях, стеблях и корнях), зернобобовые культуры перераспределяют в семена. В отличие от клевера, люцерны и других многолетних бобовых однолетние зернобобовые культуры к концу периода вегетации сильно истощают корневую систему, изымают из нее все, что только можно изъять. В период уборки в корнях зернобобовых культур остается около 20-30 кг/га азота.

Биопрепараты способствуют повышению способностей растений к азотфиксации [4]. Доказано, что симбиоз Ризоторфина, действующим веществом которого являются клубеньковые бактерии, с бобовыми растениями основан на взаимном улучшении питания. Бактерии, внедрившиеся и развивающиеся в корнях, питаются углеводами и другими органическими соединениями и, связывая азот воздуха,

превращают его в белок биомассы. Бобовое растение получает из клубеньков связанные соединения азота (аминокислоты) и использует их на формирование высокобелкового урожая (табл.1, рисунок 1).

Почвенные микроорганизмы являются обязательным компонентом любой агроэкосистемы. Обладая мощным ферментивным аппаратом, обеспечивают постоянное функционирование почвенной экосистемы, выполняя многообразные функции в круговороте веществ. Известно, что для поддержания и воспроизводства плодородия почв, снижение ее утомляемости необходимо следить за динамикой почвенной микрофлоры, так как микроорганизмы определяют ее биохимический потенциал и санитарное состояние.

С целью изучения влияния биоконплексов на численность агрономически полезных мик-

Таблица 1 – Влияние биопрепарата Ризоторфин на накопление биологического азота

Бобовые	Количество фиксируемого азота (кг/га в год)	
	потенциальные	обычные
Горох	135	40-60
Люцерна	550	140-210
Клевер	300	130 - 150
Донник	300	180 - 200



горох



клевер

Рисунок 2 – Образование клубеньков на корнях бобовых культур и многолетних трав, июль 2017 г.

Таблица 2 – Численность бактерий в почве под посевами гороха

Фаза развития растения	Варианты	
	контроль (без обработки)	Опыт (биоконплекс: б/у «Ризоторфин»+ б/ф «Майский»)
<b>Аммонификаторы, КОЕ/г, <i>Bacillus, Clostridium, Enterobacteriaceae</i></b>		
ветвления	$2,0 \times 10^6$	$1,2 \times 10^8$
полного налива бобов	$1,48 \times 10^7$	$1,64 \times 10^9$
<b>Азотфиксаторы, КОЕ/г, <i>Rhizobium, Bradyrhizobium, Azorhizobium</i></b>		
ветвления	$8,4 \times 10^3$	$2,7 \times 10^7$
полного налива бобов	$8,4 \times 10^6$	$4,80 \times 10^8$
<b>Денитрификаторы, КОЕ/г, <i>Pseudomonas, Achromobacter, Nitrobacter</i></b>		
ветвления	$4,1 \times 10^3$	$3,8 \times 10^6$
полного налива бобов	$8,0 \times 10^3$	$1,7 \times 10^7$
<b>Бактерии, использующие минеральные формы азота, КОЕ/г, <i>Azotobacter, Bacillus, Clostridium</i></b>		
ветвления	$6,7 \times 10^3$	$6,5 \times 10^7$
полного налива бобов	$9,2 \times 10^3$	$3,2 \times 10^8$
<b>Фосфатмобилизующие, КОЕ/г, <i>Bacillus u Enterobacter</i></b>		
ветвления	$3,2 \times 10^3$	$1,0 \times 10^6$
полного налива бобов	$4,0 \times 10^3$	$1,7 \times 10^7$

Таблица 3 – Численность бактерий в почве под посевами люцерны

Фаза развития растения	Варианты	
	контроль (без обработки)	Опыт (биокомплекс: б/у «Ризоторфин»+ б/ф «Фитотрикс»)
Аммонификаторы, КОЕ/г, <i>Bacillus, Clostridium, Enterobacteriaceae</i>		
кущения	$2,0 \times 10^6$	$1,0 \times 10^8$
полного налива семян	$1,48 \times 10^7$	$5,0 \times 10^8$
Азотфиксаторы, КОЕ/г, <i>Rhizobium, Bradyrhizobium, Azotizobium</i>		
кущения	$8,4 \times 10^5$	$1,0 \times 10^7$
полного налива семян	$8,4 \times 10^6$	$1,5 \times 10^8$
Денитрификаторы, КОЕ/г, <i>Pseudomonas, Achromobacter, Nitrobacter</i>		
кущения	$4,1 \times 10^5$	$2,0 \times 10^6$
полного налива семян	$8,0 \times 10^5$	$2,1 \times 10^6$
Бактерии, использующие минеральные формы азота, КОЕ/г, <i>Azotobacter, Bacillus, Clostridium</i>		
кущения	$6,7 \times 10^5$	$6,8 \times 10^7$
полного налива семян	$9,2 \times 10^5$	$7,2 \times 10^7$
Фосфатмобилизующие, КОЕ/г, <i>Bacillus u Enterobacter</i>		
кущения	$3,2 \times 10^5$	$1,0 \times 10^6$
полного налива семян	$4,0 \times 10^5$	$3,2 \times 10^6$

Таблица 4 – Численность микромицетов и актиномицетов в почве под посевами гороха

Фаза развития растения	Варианты	
	контроль (без обработки)	Опыт (биокомплекс: б/у «Ризоторфин» + б/ф «Майский»)
микромицеты, КОЕ/г		
ветвления	$1,8 \cdot 10^4$ <i>Aspergillus</i> 50% <i>Fusarium</i> 50%	$6,0 \cdot 10^4$ <i>Trichoderma</i> 30% <i>Aspergillus</i> 30% <i>Fusarium</i> 40%
полного налива бобов	$5,0 \cdot 10^4$ <i>Trichoderma</i> 20% <i>Aspergillus</i> 27% <i>Penicillium</i> 23% <i>Fusarium</i> 30%	$8,0 \cdot 10^4$ <i>Trichoderma</i> 70% <i>Aspergillus</i> 25% <i>Penicillium</i> 25%
актиномицеты, КОЕ/г		
ветвления	$3,0 \cdot 10^4$	$4,0 \cdot 10^4$
полного налива бобов	$4,0 \cdot 10^5$	$9,0 \cdot 10^6$

Таблица 5 – Численность микромицетов и актиномицетов в почве под посевами люцерны

Фаза развития растения	Варианты	
	контроль (без обработки)	Опыт (биокомплекс: б/у «Ризоторфин»+ б/ф «Фитотрикс»)
микромицеты, КОЕ/г		
кущения	$1,0 \cdot 10^4$ <i>Aspergillus</i> 50% <i>Fusarium</i> 50%	$6,0 \cdot 10^4$ <i>Trichoderma</i> 25% <i>Aspergillus</i> 35% <i>Fusarium</i> 40%
полного налива семян	$5,0 \cdot 10^4$ <i>Trichoderma</i> 20% <i>Aspergillus</i> 27% <i>Penicillium</i> 23% <i>Fusarium</i> 30%	$7,0 \cdot 10^4$ <i>Trichoderma</i> 65% <i>Aspergillus</i> 15% <i>Penicillium</i> 20%
актиномицеты, КОЕ/г		
кущения	$3,0 \cdot 10^4$	$3,5 \cdot 10^4$
полного налива семян	$4,0 \cdot 10^5$	$5 \cdot 10^6$

роорганизмов в почве под посевами гороха и люцерны при использовании метода предельных разведений определялись следующие основные группы: аммонификаторы, азотфикса-

торы, денитрификаторы, бактерии, использующие минеральные формы азота и фосфатмобилизующие (табл.2, табл.3).

Кроме сапрофильных микроорганизмов в

почве присутствуют возбудители инфекционных заболеваний, которые попадают в нее в результате сельскохозяйственной деятельности и многих других антропогенных процессов. Поэтому качественный и количественный состав микрофлоры также определяет как ее плодородие, так и ее санитарное состояние. Исследование микрофлоры почвы в стадии ветвления (кущения) (июнь 2017 г.) и в стадии полного налива бобов (семян) (август 2017 г.) растений представлены в таблице 4 и в таблице 5.

Во всех образцах были выявлены группы плесневых грибов - *Penicillium*, *Aspergillus* и фитопатогена *Fusarium*. Однако, в опытных образцах данные группы присутствуют в меньшем количестве. Это говорит о том, что биокомплексы, в состав которых входят биофунгициды, угнетающе действуют на колонии выделенных грибов.

Также почти во всех образцах (кроме контрольного варианта в фазе кущения) выявлен сильный антагонист большинства фитопатогенных микроорганизмов - *Trichoderma*. Присутствуя в почвенной микрофлоре он оказывает комплексное положительное действие на рост и развитие растений, улучшает показатели почвы за счет подавления около 60 видов почвенных патогенов, вызывающих заболевания культурных растений [5].

#### Выводы.

1. Несмотря на существующую тенденцию к уменьшению содержания гумуса в почвах, на полях ООО «Ак Барс» за последние 10 лет содержание органического вещества в пахотном слое почвы увеличилось на 0,25%.

2. Отмечено значительное увеличение количества фиксированного азота (в среднем в 2-4 раза), тестируемыми бобовыми культурами после инокуляции их семян Ризоторфином.

3. Биокомплексы (биоудобрение + биофунгицид) положительно влияют на прирост уро-

жайности объектов исследования. Из всех тестируемых культур наиболее высокие показатели урожайности зеленой массы в первый год вегетации были отмечены у донника желтого (23,4 т/га).

4. Высокая прибавка урожайности зеленой массы в первый год вегетации была зафиксирована у всех тестируемых культур (16,42-33,1%), из которых максимальная наблюдалась у люцерны в варианте с применением биокомплекса (б/у «Ризоторфин» + б/ф «Фитотрикс») (36,7%).

5. Проведенный в работе анализ численности основных агрономически полезных групп почвенных микроорганизмов на полях под посевами гороха и люцерны в различные периоды вегетации показал, что биопрепараты оказывают существенное влияние на состояние микрофлоры почвы. Показанная динамика увеличения численности всех групп микроорганизмов до конца вегетационного периода не является равномерной, а подвергается незначительным колебаниям, что может быть связано с комплексом причин: микробными конкурентными взаимоотношениями, свойствами почвы, влиянием внешних факторов (температурный режим и излишняя влажность).

6. При длительном воздействии биокомплексов отмечено снижение численности колоний почвоугнетающих групп микроорганизмов. Также в данных образцах выявлен сильный антагонист большинства фитопатогенных микроорганизмов – *Trichoderma*, что позволяет говорить о наметившейся положительной тенденции к восстановлению. Известно, что легче восстановить бактериальное сообщество и сложнее вытеснить грибы-фитопатогены, т. к. это уже мутанты, которые сформировались под влиянием ежегодных внесений пестицидов.

#### Литература

1. Тихонович И.А., Завалин А.А.. Перспективы использования азотофиксирующих и фитостимулирующих микроорганизмов для повышения эффективности агропромышленного комплекса и улучшения агроэкологической ситуации в РФ //Плодородие – 2016. - №5(92). - С. 28-31.
2. Мухамадиев Р., Ибатуллина Р., Еров Ю., Алимов Ф. К. Если почва устала...//Селекция, семеноводство – 2017. - №3(15). - С. 33-35.
3. Белоусов Н.М., Ториков В.Е., Моисеенко И.Я., Мельникова О.В. Многолетние бобовые и злаковые травы: биология и технология выращивания: монография – Брянск: Брянская государственная сельскохозяйственная академия, 2010. – 149 с.
4. Фадеева А.Н., Тагиров М.Ш. Возделывания гороха в Татарстане (практические рекомендации) – Казань: Фолиант, 2009. – 32 с.
5. Алимova Ф.К. Биотехнология. Промышленное применение гриба рода *Trichoderma*: Учебное пособие – Казань: КГУ им. Ульянова-Ленина, 2007. – 230 с.

#### Сведения об авторах:

Мухамадиев Рустам Харисович – главный агроном, e-mail: z.agro@mail.ru  
 ООО Агрокомплекс «Ак Барс», Республика Татарстан, Арский район, Россия  
 Ибатуллина Римма Петровна – кандидат биологических наук, директор, e-mail: biopreparaty@mail.ru  
 ООО НПИ «Биопрепараты», г.Казань, Россия.

## SOLVING THE PROBLEM OF SOIL FATIGUE ON THE EXAMPLE OF LLC "AGROCOMPLEX "AK BARS"

Mukhamadiev R.Kh., Ibatullina R.P.

**Abstract.** At present, many scientists assess the state of agroecosystems and soil cover of our country, in particular, of the Republic of Tatarstan, as a crisis. Agroecosystems are negatively affected by both natural and anthropogenic factors. The main consequences of human economic activity include: soil erosion, pollution, depletion and acidification of soils, their solonchization, overmoistening and gleying, degradation of the mineral base of soils, their depletion with mineral substances and dehumification. All this is exacerbated by a sharp reduction of works, aimed to maintaining of soil fertility. Over the past 40 years, the content of humus in the arable layer in Tatarstan has decreased by 0.8%. The balance of the basic nutrition elements of crops remains negative. The study of phytosanitary state of Tatarstan soils showed the presence of a high, threshold level of seminal infections. Specialists of LLC "Agrocomplex "Ak Bars" have taken a course on management of biological activity of soil. The main areas of soil rehabilitation have been the biology of farming: the introduction of organic fertilizers, the introduction of greenhouse vapors, the shredding of chopped straw, the use of perennial legumes, leguminous crops. Widely used microorganisms, involved in the synthesis of humic compounds, is carried out inoculation of crop residues by useful microorganisms, involved in the control of plant pathogens.

**Key words:** Rhizobium, agroecosystem, dehumification, pathogens, elements of nutrition, soil fatigue, biological balance, microorganisms.

## References

1. Tikhonovich I.A., Zavalin A.A.. Prospects of using nitrogen-fixing and phytotrimulating microorganisms for improving the efficiency of the agro-industrial complex and improving the agroecological situation in the Russian Federation. [Perspektivy ispolzovaniya azotofiksiruyuschikh i fitostimuliruyuschikh mikroorganizmov dlya povysheniya effektivnosti agropromyshlennogo kompleksa i uluchsheniya agroekologicheskoy situatsii v RF]. // *Plodorodie. – Fertility.* – 2016. - №5(92). - P. 28-31.
2. Mukhamadiev R., Ibatullina R., Erova Yu., Alimov F. K. If the soil is tired ... . [Esl' pochva ustala...]. // *Seleksiya, semenovodstvo. - Selection, seed-growing.* – 2017. - №3(15). - P. 33-35.
3. Belousov N.M., Torikov V.E., Moiseenko I.Ya., Melnikova O.V. *Mnogoletnie bobovye i zlakovye travy: biologiya i tekhnologiya vyraschivaniya: monografiya.* [Perennial legumes and grasses: biology and technology of cultivation: monograph]. – Bryansk: Bryanskaya gosudarstvennaya selskokhozyaystvennaya akademiya, 2010. – P. 149.
4. Fadeeva A.N., Tagirov M.Sh. *Vozdelyvaniya gorokha v Tatarstane (prakticheskie rekomendatsii).* [Peas cultivation in Tatarstan (practical recommendations)]. – Kazan: Foliant, 2009. – P. 32.
5. Alimova F.K. *Biotekhnologiya. Promyshlennoe primenenie griba roda Trichoderma: Uchebnoe posobie.* [Biotechnology. Industrial use of the fungus of Trichoderma genus: a manual]. – Kazan: KGU im. Ulyanova-Lenina, 2007. – P. 230.

## Authors:

Mukhamadiev Rustam Kharisovich – a chief agronomist, e-mail: z.agro@mail.ru  
 LLC Agrocomplex "Ak Bars", Republic of Tatarstan, Arskiy district, Russia  
 Ibatullina Rimma Petrovna – Ph.D. of Biological sciences, director, e-mail: biopreparaty@mail.ru  
 OOO NPI "Biopreparaty", Kazan, Russia.