

УДК 631.461:57.083.223:31

ИЗУЧЕНИЕ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА ПОЧВЫ ПРИ ИНОКУЛЯЦИИ СЕМЯН ЛЮЦЕРНЫ

¹Бекенова У.С., ¹Жакеева М.Б., ¹Жумадилова Ж.Ш., ¹Шорабаев Е.Ж., ²Саданов А.К.

¹Филиал «Прикладная микробиология» Института микробиологии и вирусологии,
Кызылорда, e-mail: inv_pm@mail.ru;

²Институт микробиологии и вирусологии, Алматы, e-mail: inv_rk@list.ru

Инокуляция семян люцерны в Кызылординской области оказала положительное влияние на микробиологический состав почвы. Установлено значительное изменение в количественном составе физиологических и функциональных групп микроорганизмов после инокуляции семян люцерны штаммами клубеньковых бактерий. Численность физиологических групп микроорганизмов в среднем увеличилась на два порядка после обработки клубеньковыми бактериями в осенний вегетационный период. Наибольшее количество актиномицетов в почве выявлено при использовании варианта № 4Л (Фитобацирин + *Sinorhizobium meliloti* ИМВ Л5-1). Среди функциональных групп микроорганизмов наибольшее количество аммонификаторов и азотфиксирующих микроорганизмов установлено в вариантах с клубеньковыми и целлюлозолитическими бактериями. Численность функциональных групп микроорганизмов увеличилась на один и на два порядка по сравнению с контрольным вариантом. Наибольшее количество азотфиксирующих микроорганизмов отмечено при использовании варианта № 4Л (Фитобацирин + *Sinorhizobium meliloti* ИМВ Л 5-1) – $0,5 \pm 0,6 \cdot 10^6$ КОЕ/г почвы.

Ключевые слова: люцерна, микроорганизмы, почва, штамм, инокуляция, мелко-деляночный участок, клубеньковые бактерии

STUDY OF MICROBIOLOGICAL REGIME OF SOILS WHEN INOCULATED ALFALFA SEEDS

¹Bekenova U.S., ¹Zhakeeva M.B., ¹Zhumadilova Z.S., ¹Shorabaev E.Z., ²Sadanov A.K.

¹Branch «Applied microbiology» of Institute of Microbiology and Virology, Kyzylorda,
e-mail: inv_pm@mail.ru;

²Institute of Microbiology and Virology, Almaty, e-mail: inv_rk@list.ru

Inoculation of alfalfa seeds in Kyzylorda region has had a positive impact on the microbiological composition of the soil. Considerable variation in the quantitative composition of physiological and functional groups of microorganisms after inoculation of alfalfa seeds strains of nodule bacteria. Number of physiological groups of microorganisms increased on average by two orders of magnitude after treatment with rhizobia in the autumn growing season. The greatest number of actinomycetes in soils revealed using option number 4 A (Fitobatsirin IMV + *Sinorhizobium meliloti* L5-1). Among the functional groups of microorganisms and the greatest number of nitrogen-fixing microorganisms ammonifiers installed in nodule options and cellulolytic bacteria. Number of functional groups of microorganisms increased by one and two order of magnitude higher compared to the control. The greatest number of nitrogen-fixing microorganisms observed when using version number 4L (Fitobatsirin + *Sinorhizobium meliloti* IMV L 5-1) – $0,5 \pm 0,6 \cdot 10^6$ CFU/g of soil.

Keywords: alfalfa, microorganisms, soil, strain, inoculation, small plot of land, nodule bacteria

Микрофлора почвы находится в стабильном состоянии, ее численность меняется в зависимости от попадания и распределения в почве источников органического вещества, от агротехнических приемов и от возделываемых сельскохозяйственных культур. Для характеристики плодородия почвы рекомендуются показатели биологической активности: количество, состав и биомасса микроорганизмов.

Как известно, растение является основным фактором, определяющим развитие микроорганизмов в почве. В период вегетации растения оказывают влияние на микрофлору почвы своими корневыми выделениями, после окончания вегетационного периода – через отмершие корни и пожнив-ные остатки [3].

Проблема «биологического» азота – важная в области биологических исследований, не случайно в экономически развитых странах приоритетной является не химизация, а биологизация земледелия, важнейшим элементом которой считается использование микробиологических процессов азотфиксации. Основные причины этого – как экологические, так и экономические. Энергозатраты на производство, транспортировку, хранение и внесение удобрений растут быстрее, чем рост урожая, соотношение составляет 5:1. Экологическая сторона проблемы заключается в том, что коэффициент использования азотных удобрений низок и в окружающую среду поступает большое количество легко растворимых азотнокислых и аммонийных солей.

«Биологический» азот, напротив, полностью безвреден для человека и окружающей его среды, он полностью используется растениями, а энергетические затраты на активизацию азотфиксаторов относительно невелики [5].

Фиксация молекулярного азота из атмосферы – одно из самых мощных средств пополнения азотного фонда почвы и питания растений, превосходящее по своему объему и значению индустрию азотных удобрений. В современной земледелии неуклонно возрастает значение «биологического» азота [4].

Цель исследования. В мировой практике наблюдается тенденция снижения доз применяемых минеральных удобрений и возрастает роль их использования с агротехническими приемами (по экономическим и экологическим соображениям направленными на поддержание естественного плодородия почв мероприятиями по повышению биоразнообразия полезной почвенной микрофлоры). Без принятия срочных мер по сохранению и повышению плодородия почв, оно уже в ближайшем будущем может быть необратимо утрачено на обширных сельскохозяйственных территориях. Наиболее эффективное и экологически безопасное применение минеральных удобрений возможно только при удовлетворении потребности растений в широком спектре других компонентов, обеспечивающих развитие растений без ущерба для плодородия почв. Одним из них является инокуляция («заражение») комплексом полезных почвенных микроорганизмов [2].

В этой связи целью данной работы явилось изучение и влияние применения актив-

ных штаммов клубеньковых и целлюлолитических бактерий люцерны на почвенные микроорганизмы в условиях Кызылординской области.

Материалы и методы исследования

Мелко-деляночные эксперименты проводили на опытном участке Университета «Болашак» (г. Кызылорда). Были составлены варианты, в которых использовали штаммы клубеньковых бактерий люцерны и их сочетания с целлюлолитическими бактериями. Для предпосевной обработки семян в мелко-деляночных опытах использовали штаммы клубеньковых бактерий люцерны: *Sinorhizobium meliloti* ИМВ Л5, *Sinorhizobium meliloti* 24, *Sinorhizobium meliloti* Л5-1 и минеральное удобрение нитроаммофос. В контрольном варианте использовали семена люцерны без обработки клубеньковыми бактериями. Для посева бобовых культур в мелко-деляночных опытах использовали сорт люцерны – «Семиреченская местная».

Изучение количественного состава микробиоценозов почвенных образцов проводили методом титрования [1]. Определение численности целлюлолитических бактерий и аммонифицирующих микроорганизмов проводили с использованием таблицы Мак-Креди.

Результаты исследования и их обсуждение

Одним из показателей состояния почвы является ее микрофлора. Микробиологическое исследование дает возможность увидеть состояние происходящих процессов в почве. Изучен микробиологический состав почвы опытных мелко-деляночных участков Университета «Болашак» под люцерной в весенний и осенний вегетационные периоды. Результаты исследований представлены в табл. 1.

Таблица 1

Численность физиологических групп микроорганизмов почв мелко-деляночных участков под люцерной

Варианты опыта		Количество микроорганизмов, КОЕ/г почвы				
		ОМЧ	Спорообразующие	Актиномицеты	Мицелиальные грибы	Олиготрофные
№ 1Л (контроль)	Весна	1,1 ± 0,4·10 ⁶	0,3 ± 0,2·10 ⁶	0,1 ± 0,1·10 ⁵	1,6 ± 1,4·10 ⁴	1,6 ± 1,4·10 ⁵
	Осень	3,7 ± 0,7·10 ⁶	0,5 ± 0,2·10 ⁶	2,9 ± 0,6·10 ⁶	0,6 ± 0,9·10 ⁵	1,9 ± 0,5·10 ⁶
№ 2Л (Фитобактерин + нитроаммофос)	Весна	4,7 ± 0,8·10 ⁵	3,6 ± 2,2·10 ⁵	0,6 ± 0,3·10 ⁵	0,1 ± 0,1·10 ⁵	1,3 ± 1,3·10 ⁵
	Осень	2,3 ± 0,5·10 ⁶	0,5 ± 0,2·10 ⁶	2,2 ± 0,5·10 ⁶	0,3 ± 0,6·10 ⁵	9,3 ± 0,3·10 ⁶
№ 3Л (Фитобактерин + <i>Sinorhizobium meliloti</i> ИМВ-Л5)	Весна	2,8 ± 0,8·10 ⁵	1,4 ± 0,4·10 ⁶	0,3 ± 0,6·10 ⁴	0,6 ± 0,9·10 ⁴	9,3 ± 3,5·10 ⁵
	Осень	5,8 ± 0,9·10 ⁶	1,0 ± 0,4·10 ⁶	1,6 ± 0,5·10 ⁶	0,3 ± 0,6·10 ⁵	1,9 ± 0,5·10 ⁶
№ 4Л (Фитобактерин + <i>Sinorhizobium meliloti</i> ИМВ Л5-1)	Весна	1,8 ± 0,5·10 ⁶	1,0 ± 0,3·10 ⁶	4,6 ± 2,4·10 ⁴	1,3 ± 1,3·10 ⁴	0,3 ± 0,2·10 ⁶
	Осень	1,9 ± 0,7·10 ⁶	0,7 ± 0,3·10 ⁶	8,3 ± 0,4·10 ⁶	0,6 ± 0,9·10 ⁵	1,2 ± 0,4·10 ⁶
№ 5Л (Фитобактерин + <i>Sinorhizobium meliloti</i> 24)	Весна	2,9 ± 0,6·10 ⁶	2,2 ± 0,5·10 ⁶	0,2 ± 0,2·10 ⁵	0,3 ± 0,6·10 ⁴	2,6 ± 1,8·10 ⁵
	Осень	2,1 ± 0,5·10 ⁶	2,3 ± 0,5·10 ⁶	8,6 ± 0,3·10 ⁶	0,6 ± 0,9·10 ⁵	0,5 ± 0,2·10 ⁶

Из табл. 1 видно, что наибольшее количество актиномицетов в почве выявлено при использовании варианта № 4Л (Фитобацирин + *Sinorhizobium meliloti* ИМВ Л5-1). Актиномицеты представляют собой группу микроорганизмов, участвующих на конечных этапах разложения органических веществ. Численность микроорганизмов увеличилась на два порядка. Олиготрофные микроорганизмы одинаково богато представлены во всех анализируемых образцах и участвуют на разных этапах переработки органических соединений. Количественный состав олиготрофных микроорганизмов при использовании варианта № 2Л

(Фитобацирин + нитроаммофос) составил $9,3 \pm 0,3 \cdot 10^6$ КОЕ/г почвы. Численность микроорганизмов после обработки клубеньковыми и целлюлозолитическими бактериями увеличилась в среднем в 2 раза.

Среди функциональных групп микроорганизмов особое значение имеют микроорганизмы, участвующие в превращениях соединений азота – основного элемента, необходимого для развития растений: аммонификаторы, азотфиксаторы и соединения углерода – целлюлозолитические микроорганизмы. Результаты по численности функциональных групп микроорганизмов в почвах под люцерной представлены в табл. 2.

Таблица 2

Численность функциональных групп микроорганизмов почв мелко-деляночных участков под люцерной

Варианты опыта		Количество микроорганизмов, КОЕ/г почвы		
		Азотфиксаторы	Целлюлозолитические бактерии	Аммонификаторы
№ 1Л (контроль)	Весна	$0,3 \pm 0,2 \cdot 10^6$	$7,5 \cdot 10^2$	$3,0 \cdot 10^3$
	Осень	$0,3 \pm 0,2 \cdot 10^6$	$4,0 \cdot 10^3$	$3,0 \cdot 10^4$
№ 2Л (Фитобацирин + нитроаммофос)	Весна	$0,1 \pm 0,1 \cdot 10^6$	$1,5 \cdot 10^3$	$1,6 \cdot 10^3$
	Осень	$0,1 \pm 0,1 \cdot 10^6$	$2,0 \cdot 10^4$	$3,5 \cdot 10^3$
№ 3Л (Фитобацирин + <i>Sinorhizobium meliloti</i> ИМВ Л5)	Весна	$0,3 \pm 0,2 \cdot 10^6$	$3,5 \cdot 10^2$	$1,5 \cdot 10^3$
	Осень	$0,3 \pm 0,2 \cdot 10^6$	$1,65 \cdot 10^4$	$4,0 \cdot 10^3$
№ 4Л (Фитобацирин + <i>Sinorhizobium meliloti</i> ИМВ Л5-1)	Весна	$0,5 \pm 0,6 \cdot 10^6$	$4,0 \cdot 10^2$	$4,0 \cdot 10^2$
	Осень	$0,5 \pm 0,6 \cdot 10^6$	$2,0 \cdot 10^4$	$1,5 \cdot 10^4$
№ 5Л (Фитобацирин + <i>Sinorhizobium meliloti</i> 24)	Весна	$0,4 \pm 0,2 \cdot 10^6$	$3,0 \cdot 10^2$	$1,5 \cdot 10^3$
	Осень	$0,4 \pm 0,2 \cdot 10^6$	$3,0 \cdot 10^4$	$1,1 \cdot 10^5$

Аммонификаторы – микроорганизмы, вызывающие процессы разложения белка и других органических соединений азота с образованием аммиака. Численность аммонифицирующих микроорганизмов в почвах под люцерной колеблется от 10^2 до 10^5 клеток/г почвы. Наиболее важную роль в обогащении почвы азотом и повышении ее плодородия играют азотфиксирующие микроорганизмы. Установлено, что наибольшее количество азотфиксирующих микроорганизмов отмечено при использовании варианта № 4Л (Фитобацирин + *Sinorhizobium meliloti* ИМВ Л 5-1) – $0,5 \pm 0,6 \cdot 10^6$ КОЕ/г почвы, аммонификаторов при использовании варианта № 5Л (Фитобацирин + *Sinorhizobium meliloti* 24, $1,1 \cdot 10^5$ клеток/г почвы). Численность целлюлозолитических микроорганизмов изменяется в пределах от 10^3

(контроль) до 10^4 (опытные варианты). Наибольшее количество наблюдалось при использовании варианта № 5Л (Фитобацирин + *Sinorhizobium meliloti* 24) – $3,0 \cdot 10^4$ – в осенний вегетационный период.

Выводы

Таким образом, инокуляция семян люцерны в Кызылординской области оказала положительное влияние на микробиологический состав почвы и на их урожайность. Установлены изменения в количественном составе функциональных групп микробиоценозов после инокуляции семян люцерны клубеньковыми бактериями. Особенно значительно возрастает численность аммонификаторов при использовании варианта № 5Л (Фитобацирин + *Sinorhizobium meliloti* 24, $1,1 \cdot 10^5$ клеток/г почвы) и целлюлозолитических микроорганизмов № 5Л

(Фитобацирин + *Sinorhizobium meliloti* 24) – $3,0 \cdot 10^4$ – в осенний вегетационный период. Наибольшее количество азотфиксирующих микроорганизмов отмечено при использовании варианта № 4Л (Фитобацирин + *Sinorhizobium meliloti* ИМВ Л 5-1) – $0,5 \pm 0,6 \cdot 10^6$ КОЕ/г почвы. Результаты могут найти применение для улучшения плодородия почв для сельскохозяйственных угодий.

Список литературы

1. Егорова Н.С. Практикум по микробиологии. – М.: Изд-во МГУ, 1976. – 307 с.
2. Звягинцев Д.Г., Бабьева И.П., Зенова Г.М. Биология почв. – М.: Изд-во МГУ, 2005. – 126 с.
3. Мишустин Е.Н., Черепков Н.И. Значение биологического азота в азотном балансе и повышении плодородия почв // Биологический азот в сельском хозяйстве. – М.: Наука, 1989. – С. 2–7.
4. Саданов А.К., Курманбаев А.А. Экологическая технология в биологизации земледелия. – Алматы: Агроуниверситет, 1999. – 180 с.
5. Саданов А.К. Роль микроорганизмов в повышении урожайности бобовых культур и улучшение качества кормов. – Алматы: Фильм, 2006. – 60 с.

References

1. Egorova N.S. Praktikum po mikrobiologii. M.: Izd-vo MGU. 1976. pp. 307.
2. Zvjagincev D. G., Bab'eva I. P., Zenova G. M. Biologija pochv. M.: Izd-vo MGU. 2005. pp. 126.
3. Mishustin E.N., Cherepkov N.I. Znachenie biologicheskogo azota v azotnym balanse i povyshenii plodorodie pochv/biologicheskij azot v sel'skom hozjajstve. M.: Nauka, 1989. pp. 2–7.
4. Sadanov A.K., Kurmanbaev A.A. Jekologicheskaja tehnologija v biologizacii zemledelija. Almaty: «Agrouniversiteb», 1999. pp. 180.
5. Sadanov A.K. Rol' mikroorganizmov v povyshenii urozhajnosti bobovyh kul'tur i uluchshenie kachestva kormov. Almaty: Fylym. 2006. pp. 60.

Рецензенты:

Нургызарынов А.М., д.с.-х.н., профессор кафедры «Химия и экология», Кызылординский государственный университет им. Коркыт Ата, г. Кызылорда;
Ибадуллаева С.Ж., д.б.н., профессор кафедры «Биология и география», Кызылординский государственный университет им. Коркыт Ата, г. Кызылорда.
Работа поступила в редакцию 05.08.2014.