УДК 633.31/37:631.461

РАСТИТЕЛЬНО-МИКРОБНЫЕ СИСТЕМЫ В АГРОЦЕНОЗАХ БОБОВЫХ КУЛЬТУР

Е.Л. ТУРИНА, **С.В. ДИДОВИЧ**, кандидаты сельскохозяйственных наук
Р.А. КУЛИНИЧ, младший научный сотрудник
ИНСТИТУТ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА КРЫМА

Показана возможность создания высокопродуктивных растительно-микробных систем в агроценозах бобовых культур путем применения предпосевной бактеризации семян полифункциональными биопрепаратами. Полевые опыты были проведены в 2011 – 2014 гг. на орошении и суходоле с различными бобовыми культурами в условиях Центральной степи Крыма.

Ключевые слова*: *микробные препараты, клубеньковые бактерии, бобовые растения, семенная продуктивность, эффективность.

Белок является основой жизни на Земле. Он служит фундаментом для построения собственных белков животных и человека, без него невозможно существование высших организмов. В решении проблемы пищевого и кормового белка ключевым вопросом является возделывание зернобобовых культур, которые обладают уникальной способностью усваивать молекулярный азот воздуха в симбиозе с клубеньковыми бактериями. Важную роль в этом аспекте имеют бактериальные удобрения - микробные препараты полифункционального действия для обеспечения биологической азотфиксации, фосфатмобилизации, ростстимуляции в ризосфере растений и защиты их от патогенов и фитофагов [1]. В системе почва-микроорганизмы-растения почвенные бактерии и микроскопические грибы являются незаменимой и неотъемлемой составляющей. Именно поэтому растение, обеспеченное полноценным комплексом микроорганизмов, способно получить необходимое питание и реализовать свой потенциал урожайности.

В последнее время в России отмечается рост посевных площадей зернобобовых культур. Если, в 2008 году зернобобовые занимали 1 млн. га, то в 2013 – 2,02 млн. га. В целом, в зависимости от года, доля зернобобовых в общем производстве зерновых культур составляет 2-3 % [2].

Указанная информация свидетельствует о возможности управления почвенно-микробиологическими процессами с целью оптимизации продукционного процесса культурных растений, производства сельскохозяйственной продукции и сохранения плодородия почв.

Полевые опыты были заложены на полях Института сельского хозяйства Крыма, находящегося в селе Клепинино Красногвардейского района Республики Крым. Опыты закладывались в четырехкратной повторности систематическим методом. Площадь учетной делянки 25 м^2. Исследования проводили по предшественнику озимый ячмень согласно зональной технологии возделывания [3].

В опытах использовали современные сорта зернобобовых культур селекции Института растениеводства им. В.Я. Юрьева НААН и Селекционно-генетического института – Национального центра семеноведения и сортоизучения НААН Украины. Норма высева гороха и чины составляла 1,0 млн/га всхожих семян, чечевицы - 2,5 млн/га, сои – 600 тыс./га, нута – 0,6 млн./га.

Перед посевом семена бобовых культур обрабатывали микробными препаратами на основе высокоэффективных азотфиксирующих штаммов микроорганизмов Ризобофит (Р) - (контроль) и препаратами полифункционального действия - Фосфоэнтерином (Ф) - на основе микроорганизмов, мобилизующих труднодоступные фосфаты, благодаря которому увеличивается коэффициент использования фосфорных удобрений и почвенных фосфатов; Биополицидом (Б), - на основе микроорганизмов, подавляющих рост фитопатогенных микроорганизмов; Арбускулярно-микоризными грибами (АМГ) и Цианоризобиальным консорциумом (ЦРК) согласно рекомендациям применения [4]. Инокуляционная нагрузка составляла - 0,2-0,5 х 10^6 клеток/семя. Данные биопрепараты созданы коллективом отдела микробиологии Института сельского хозяйства Крыма.

Для определения эффективности бобово-ризобиального симбиоза отбирали по 10 растений в четырех повторениях каждого варианта опыта, для определения количества, массы и нитрогеназной активности клубеньков. Нитрогеназную активность анализировали ацетиленовым методом на газовом хроматографе «Chrom» 5 [5].

Борьба с сорняками велась агротехническими методами. Урожай зернобобовых культур убирали комбайном «Sampo-130» прямым комбайнированием при достижении средней влажности зерна каждой культуры 16-18 %, с последующей их сушкой до стандартной 14 % влажности.

Математико-статистический анализ экспериментальных данных был выполнен методом дисперсионного анализа [6].

Почвы Института сельского хозяйства Крыма представлены южными слабогумусированными черноземами на желто-бурых лессовидных легких глинах. Гидролизируемого азота в пахотном слое около 11 мг/100 г сухой почвы, подвижного фосфора (P_2O_5 по Мачигину) – 3,4-3,6 мг/100 г сухой почвы, запасы валового и подвижного калия высокие – 1,14-1,46% и 25,3-42,2 мг/100 г почвы. В целом почвенный покров обладает довольно высоким естественным плодородием, благоприятными водно-физическими и химическими свойствами.

Территория Института сельского хозяйства Крыма относится к так называемому Степному агроклиматическому району, климат здесь умеренно-жаркий, засушливый. Суммы эффективных температур 3300-3600^0 С. Среднегодовое количество осадков – 403 мм. Большая засушливость зоны определяется малым количеством осадков и большой сухостью воздуха, значительной величиной испарения. Весной сильные восточные ветры могут вызывать пыльные бури, летом часто дуют горячие ветры-суховеи. По усредненным параметрам температурные условия в годы проведения исследований были близки к средним многолетним, только 2012 год отличался очень высокими (+38^{0}С) температурами воздуха во время вегетации растений.

До 2014 года поля Института сельского хозяйства были орошаемыми. Все культуры, кроме нута, возделывались на орошении. Орошение опытов проводилось с использованием барабанной установки типа «Сигма», при снижении влажности почвы ниже 70 %, поливная норма орошения составляла 500-600 м^3/га. Из-за отсутствия поливной воды в 2014 году по известным причинам, на информацию о количестве и распределении осадков необходимо особо заострить свое внимание.

Таблица 1

Среднемесячное многолетнее и среднемесячное распределение атмосферных осадков за 2014 год по данным метеостанции Клепинино, мм

Месяцы	Среднемесячные многолетние данные	2014	Влажность в метровом слое почвы на данном участке
Март	19	154,5	91,7*
Апрель	27	21,1	
Май	38	27	2,9**
Июнь	61	121,7	

**- проба взята 18 марта **- проба от 12 мая*

Как видно из таблицы 1, количество осадков в марте было намного больше средних многолетних данных, что дало возможность семенам зернобобовых культур дружно прорасти. Однако, количество влаги в почве в мае уже было критическим для растений. Оказавшись в стрессовой ситуации, растения как следствие, сформировали небольшое количество бобов и мелкие семена, что пагубно отразилось на урожайности культур. Кроме того, вегетационный период всех культур растягивался, и, в то время, когда нижние бобы уже созрели, на верхушке растений продолжали распускаться цветки. В такой ситуации было принято решение о применении десиканта Гелиос – для предуборочного подсушивания бобовых растений на корню, ускоряющего их созревание и облегчающего уборку.

Исследования показали, что при бактеризации Ризобофитом, Фосфоэнтерином и Биополицидом получена урожайность семян нута - сорта Буджак 1,06 т/га, Одиссей - 1,43 т/га, Розанна 1,90 т/га. Применение АМГ увеличило этот показатель на сортах Буджак и Одиссей в сред-

нем за два года на 0,11-0,15 т/ а (7,7-14,2 %), а применение ЦРК повысило урожайность семян сорта Розанна на 0,30 т/га (16,3 %) (табл. 2). Выявлено, что применение полифункциональных препаратов увеличивало содержание сырого протеина в семенах исследуемых сортов нута на 1,0-2,8 % по сравнению с нитрагинизацией.

Таблица 2

Эффективность бактеризации биопрепаратами семян сортов нута
(полевые опыты, 2011 – 2012 гг.)

Вариант опыта	Урожайность, т/га			Коэффицент биоэнергетической эффективности, общий / основной продукции		
	2011 г.	2012 г.	Среднее	2011 г.	2012 г.	Среднее
Сорт Буджак						
Р+Ф+Б	0,45	1,66	1,06	0,52/0,51	1,91/1,87	1,22/1,19
ЦРК	0,54	1,66	1,10	0,69/0,68	1,71/1,68	1,25/1,24
Р+АМГ	0,65	1,76	1,21	0,75/0,73	2,03/1,98	1,39/1,36
$НСР_{05}$	0,22	0,28	-	-	-	-
Сорт Одиссей						
Р+Ф+Б	0,89	1,96	1,43	1,08/1,05	2,26/2,24	1,67/1,65
ЦРК	0,88	1,89	1,39	1,07/1,03	2,18/2,17	1,63/1,60
Р+АМГ	0,87	2,20	1,54	1,06/1,04	2,54/2,52	1,80/1,78
$НСР_{05}$	0,30	0,15	-	-	-	-
Сорт Розанна						
Р+Ф+Б	1,85	1,94	1,90	2,64/2,58	2,24/2,22	2,44/2,40
ЦРК	2,48	1,94	2,21	2,86/2,80	2,24/2,22	2,55/2,51
Р+АМГ	1,98	1,86	1,92	2,28/2,23	2,14/2,12	2,21/2,18
$НСР_{05}$	0,07	0,19	-	-	-	-

В полевых опытах с соей также установлено позитивное влияние микробиологических препаратов. Практически во всех вариантах опыта выявлено увеличение и улучшение показателей структуры урожая (табл. 3). Все обработки обеспечили повышение урожайности сои на 1,01-1,62 т/га (130,0-207,7 %, или в 2,3-3,1 раза) по сравнению с нитрагинизацией, при этом на растениях сои сформировалось от 3 до 10 единиц/растение азотфиксирующих клубеньков (табл. 4).

Таблица 3

Влияние полифункциональных биопрепаратов на структуру
и урожайность зерна сои сорта Берегиня (полевой опыт, 2013 г.)

Варианты опыта	Высота растений, см	Высота прикрепления нижнего боба, см	Площадь листовой поверхности, тыс. $м^2$/га	Количество бобов на растении, шт.	Масса зерен с растения, гр.	Масса 1000 зерен, гр.	Густота стояния растений перед уборкой, шт./$м^2$	Урожайность, т/га
Ризобофит (Р)	66	15	885,1	10	1,7	132	70	0,78
Р+Б	82	12	198,9	32	3,8	159	68	1,80
Р+Ф+Б	89	16	389,9	23	3,9	162	69	1,88
Р+П+Б	84	16	567,8	18	3,9	197	70	2,29
Р+А+Б	78	13	723,9	28	4,6	192	68	2,40
ЦРК	75	16	730,1	21	3,8	153	70	2,18
Р+АМГ	84	18	761,4	25	4,2	196	70	2,44
$НСР_{0,5}$	2,53	1,19	-	1,14	0,78	2,29	2,90	0,81

Таблица 4

Симбиотическая эффективность полифункциональных комплексов при выращивании сои (полевой опыт, фаза цветения растений, 2013 г.)

Вариант опыта	Кол-во клубеньков, шт./растение	Масса клубеньков, мг/растение	Нитрогеназная активность, мкМоль этилена за час/растение
Ризобофит (Р)	2,9	0,38	3,814
Р+Б	6,2	1,16	10,135
Р+Ф+Б	7,2	1,17	14,001
Р+П+Б	9,8	0,87	11,285
Р+А+Б	5,8	0,80	3,762
ЦРК+ Б	6,7	1,66	10,605
Р+АМГ+Б	6,9	1,86	16,404
$НСР_{05}$	0,36	1,14	4,2031

В 2014 году в суходольных условиях изучали влияние биопрепаратов на урожайность и ее структуру гороха, чины и чечевицы. В опытах подсчёт клубеньков и определение их биомассы проводился в фазу массового цветения растений (табл. 5). Наиболее крупные клубеньки на горохе сформировались на варианте Ризобофит+Биополицид – 0,57 мг/растение, на чине – на варианте Ризобофит + Фосфоэнтерин+Биополицид – 3,39 мг/растение, чечевице – по вариантам Ризобофит + Фосфоэнтерин+Биополицид и ЦРК – 0,52 и 0,42 мг/растение соответственно.

Таблица 5

Симбиотическая эффективность полифункциональных комплексов при выращивании гороха, чины и чечевицы (суходол, полевой опыт, 2014)

Вариант опыта	Количество клубеньков, шт./растение	Масса клубеньков, мг/растение	Нитрогеназная активность, мкМоль этилена час /растение
Горох сорт Девиз			
Ризобофит	11,1	0,35	6838,7
Р+Б	8,4	0,57	3814,8
Р+Ф+Б	4,3	0,28	1302,6
ЦРК	6,5	0,32	3591,5
Р+АМГ	3,4	0,21	1832,9
$НСР_{05}$	2,4	0,13	6629,4
Чина сорт Сподиванка			
Ризобофит	17,7	1,78	28233,9
Р+Б	16,4	2,02	41422,8
Р+Ф+Б	22,3	3,39	43865,2
ЦРК	12,0	1,96	32044,0
Р+АМГ	13,5	2,39	33227,7
$НСР_{05}$	3,2	0,37	33227,7
Чечевица сорт Линза			
Ризобофит	6,1	0,22	7862,1
Р+Б	7,2	0,22	15677,8
Р+Ф+Б	15,4	0,52	36333,3
ЦРК	12,3	0,42	8792,6
Р+АМГ	11,3	0,28	11630,4
$НСР_{05}$	1,3	0,10	39778,3

Полевыми исследованиями установлено, что вследствие водного стресса растения гороха были очень низкими, высотой от 12,5 до 13,5 см с высотой прикрепления нижнего боба – от 4,8 до 8,1 см, что привело к невозможности механизированной уборки культуры. В таких жестких условиях для поливной культуры не было установлено зависимости каких-либо параметров структуры урожайности и самой урожайности от применяемых препаратов, а сама урожайность культуры не превышала 0,33 т/га. Таким образом, учитывая положительный результат применения микробиологических препаратов на горохе в предыдущие годы, вопрос решения задачи

получения, высокого стабильного урожая гороха в Крыму, необходимо отложить, так как выращивание гороха без орошения нецелесообразно.

Основным критерием, позволяющим оценить эффективность применения различных приемов для улучшения условий выращивания сельскохозяйственных культур, является их влияние на урожайность. Результаты исследований показали, что применение варианта Ризобофит+Фосфоэнтерин+Биополицид на чине сорта Сподиванка достоверно увеличило урожайность зерна по сравнению с контролем на 2 ц/га (урожайность по данному варианту составила 0,93 т/га).

Так как семена чечевицы перед уборкой очень сильно осыпались, и внесение десиканта еще более усугубило это, мы предоставляем биологическую урожайность по вариантам. Из этих данных следует, что наибольшая биологическая урожайность чечевицы была получена по вариантам Ризобофит+Фосфоэнтерин+Биополицид 17,2 ц/га (+4,7 ц/га к контролю) и ЦРК (+4,2 ц/га к контролю) – 16,7 ц/га. Стоит отметить, что вследствие водного дефицита, к моменту уборки сохранилось мало растений: чины от 29 до 36 шт./м^2, чечевицы – 103-107 шт./м^2.

Таким образом, показана возможность создания высокопродуктивных растительно-микробных систем в агроценозах бобовых культур путем применения предпосевной бактеризации семян полифункциональными биопрепаратами, что позволило повысить продуктивность сои на 1,66 т/га, нута – на 1,90 т/га, при одновременном повышении содержания белка в семенах на 1-3%. Выявлено, что препарат Ризобофит+Фосфоэнтерин+Биополицид на чине сорта Сподиванка достоверно увеличил урожайность зерна на 2 ц/га. Для чечевицы сорта Линза лучшими были варианты Ризобофит+Фосфоэнтерин+Биополицид и ЦРК, прибавка урожайности – 4,7 и 4,2 ц/га соответственно.

В заключении необходимо отметить, что в Степной зоне судьбу урожая ранних яровых культур определяют весенние запасы влаги в метровом слое почвы, а кроме того, осадки в период вегетации растений. Учитывая, прекращение подачи поливной воды в Крыму, а также, в целом, изменение климата в сторону потепления, необходимо пересмотреть видовой и сортовой состав выращиваемых зернобобовых культур в Крыму.

Как показали полевые исследования, высевать горох и тем более, сою без орошения в Крыму нецелесообразно. Возникает необходимость расширения ареала возделывания засухоустойчивых зернобобовых культур – мелкосемянной чечевицы, нута, чины. Таким образом, предлагаем продолжить полевые исследования с применением микробных препаратов полифункционального действия с новыми российскими сортами чины, мелкосемянной чечевицы и нута в зоне Центральной степи Крыма.

Литература

1. Волкогон В.В., Заришняк А.С., Гриник І.В., Бердников О.М.Методологія і практика використання мікробних препаратів у технологіях вирощування сільськогосподарських культур /– К.: Аграрна наука, 2011. – 156 с.
2. Зотиков В.И., Наумкина Т.С. Зернобобовые культуры в экономике России //Земледелие. – 2014. - №4. – С. 6 – 8.
3. Николаев Е.В., Изотов А.М., Тарасенко Б.А. Растениеводство Крыма / Симферополь: Таврия, 2006. – С. 166 – 193.
4. Мельник С.І., Жилкін В.А., Гаврилюк М.М. Рекомендації з ефективного застосування мікробних препаратів у технологіях вирощування сільськогосподарських культур /. – К., 2007. – 54 с.
5. Алисова С.М., Чундерова А.И. Методические указания по использованию ацетиленового метода при селекции бобовых культур на повышение симбиотической азотфиксации /. – Л., 1982. – 12 с.
6. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. /– М: Агропромиздат, – 1985. – 351 с.

PRODUCTIVE PLANT-MICROBIAL SYSTEMS IN LEGUME AGROCENOSES

E.L.Turina, S.V. Didovych, R.O. Kulinich
INSTITUTE OF AGRICULTURE OF CRIMEA

Abstract: *It is shown possibility of the creation of highproductive plant-microbial systems in legume agrocenoses with pre-sowing seeds bacterization of polyfunctional biopreparations. Field experiments were conducted in 2011-2011 on irrigation and dry land with a variety of legumes in terms of Crimea.*

Keywords: microbial preparations, nodule bacteria, legume, seeds productivity, effectiveness.