

ЭФФЕКТИВНОСТЬ МИКРОБНЫХ ПРЕПАРАТОВ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ КОЗЛЯТНИКА ВОСТОЧНОГО В СТЕПНОЙ ЗОНЕ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

THE EFFECTIVENESS OF MICROBIAL PREPARATIONS WHEN CULTIVATING EASTERN GALEGA IN THE STEPPE AREA OF THE ALTAI REGION

Ключевые слова: микробные препараты, азотфиксация, фотосинтез, площадь листьев, инокуляция, ризоторфин, мизорин, микориза, клубеньки.

Актуальное значение приобретает использование на выбывших из оборота пашнях долголетних кормовых культур, к которым относится козлятник восточный. Его возделывание позволяет удовлетворять потребности животных в высококачественных белковых кормах и более рационально использовать полевые земли. Обогащая почвы азотом и органическим веществом, козлятник занимает достойное место в биологизации систем земледелия. Но для его успешного возделывания необходимо использовать биологические препараты на основе специфичных клубеньковых бактерий. Целью исследования было изучение эффективности биологических препаратов при возделывании козлятника восточного в степной зоне Алтайского края. Объектами исследования является сорт козлятника восточного Горноалтайский 87, биопрепараты «Мизорин», «Микориза» и «Ризоторфин». Опыт заложен в 2013 г. по методике Б.А. Доспехова в трех повторностях, площадь одной делянки 22 м², ширина междурядий 45 см, норма высева семян 20 кг/га. Все наблюдения проведены согласно общепринятым методикам. Результаты исследований показали, что без инокуляции ризоторфином использование препаратов «Мизорин» и «Микориза» малоэффективно, урожайность козлятника увеличивалась в среднем на 30%. Совместное их использование увеличивало урожайность уже на 50%, а на фоне ризоторфина увеличение было в 2 раза и более. При этом улучшаются все ростовые процессы, увеличиваются количество и площадь листьев, фотосинтетический потенциал, масса корней и клубеньков. Клубеньки образуются только на инокулированных ризоторфином вариантах, что способствует лучшей обеспеченности растений азотом, фосфором и биологически активными веществами. Наиболее перспективным является использование

комплекса препаратов «Ризоторфин» + «Мизорин» + «Микориза», где все физиологические показатели были максимальные.

Keywords: microbial preparations, nitrogen fixation, photosynthesis, leaf area, inoculation, Rizotorfin, Mizorin, Mikoriza, nodules.

The use of perennial forage crops including Eastern galega (*Galega orientalis*) on idle lands becomes a topical issue. The cultivation of Eastern galega enables to meet the requirements of animals in the high-protein forages and to more efficiently use the lands. Eastern galega enriches the soil with nitrogen and organic matter and it is used to biologize cropping systems. To successfully cultivate Eastern galega, biological preparations based of specific nodule bacteria should be used. The research goal was to study the effectiveness of biological products in the cultivation of Eastern galega in the steppe area of the Altai Region. The study involved the Eastern galega variety Gornoaltayskiy 87 and biological products Mizorin, Mikoriza and Rizotorfin. The trial was laid out in 2013 according to B.A. Dospikhov methodology in three replications; a plot area of 22 m², row spacing of 45 cm, and seeding rate of 20 kg ha. All observations were performed by common methods. The results showed that the use of Mizorin and Mikoriza was ineffective without Rizotorfin inoculation; the average yield increase of Eastern galega made 30%. Their combined use increased the yields by 50%, and the yields increased twice or more times after Rizotorfin. All growth processes improve, the number of leaves and leaf area, photosynthetic potential and the weight of roots and nodules increase. Nodules form only in the variants with Rizotorfin inoculation and contribute to better supply of nitrogen, phosphorus and biologically active substances. The most promising is the use of the complex of preparations Rizotorfin + Mizorin + Mykoriza where all physiological indices were at their maximum.

Курсакова Валентина Сергеевна, д.с.-х.н., доцент, зав. каф. ботаники, физиологии растений и кормопроизводства, Алтайский государственный аграрный университет. Тел.: (3852) 63-41-16. E-mail: kursakova46@mail.ru.

Хегай Леонид Васильевич, аспирант, Алтайский государственный аграрный университет. Тел.: (3852) 63-41-16. E-mail: hegay@yandex.ru.

Kursakova Valentina Sergeyevna, Dr. Agr. Sci., Assoc. Prof., Head, Chair of Botany, Plant Physiology and Forage Production, Altai State Agricultural University. Ph.: (3852) 63-41-16. E-mail: kursakova46@mail.ru.

Khegay Leonid Vasilyevich, Post-Graduate Student, Altai State Agricultural University. Ph.: (3852) 63-41-16. E-mail: hegay@yandex.ru.

Введение

На современном этапе развития сельскохозяйственного производства, когда значительные площади пашни выбыли из оборота, актуальное значение приобретает использование на этих землях долголетних кормовых культур, к которым относится козлятник восточный. Его возделывание позволяет удовлетворить потребность животных в качественных белковых кормах и более рационально использовать полевые земли [1]. Для Алтайского края данная культура является нетрадиционной, а её кормовой потенциал очень велик.

В зелёной массе содержится: жира – 2,5-3%, золы – 7-9, БЭВ – 35-40 и сырого протеина – до 25%. Корм, приготовленный из козлятника восточного, отличается высокой питательностью, на 100 г зелёной массы приходится 20-22 к.ед. Обеспеченность 1 к.ед. переваримым протеином составляет 125-216 г [2].

Будучи бобовым растением, козлятник восточный способен связывать атмосферный азот и обогащать им почву. Имея хорошо развитую корневую систему, накапливает большое количество органического вещества, улучшает аэрацию почвы, очищает от сорняков [3, 4].

Учитывая достоинства козлятника восточного, эта культура, несомненно, занимает одно из важнейших мест в биологизации систем земледелия. Однако для успешного возделывания козлятника в новых осваиваемых районах необходимо использовать биологические препараты, содержащие культуры специфических бактерий *Rhizobium galegae*, так как в почвах клубеньковых бактерий этого вида нет.

Целью исследования было изучение эффективности биологических препаратов, содержащих ассоциативные и симбиотические азотфиксирующие бактерии, при возделывании козлятника восточного на чернозёмных почвах степной зоны Алтайского края.

Объекты и методы исследования

Исследования проводили в 2013-2014 гг. на опытном поле учебного хозяйства АГАУ на черноземе выщелоченном, характеризующимся средним содержанием гумуса, нейтральной реакцией среды, достаточным содержанием подвижных соединений фосфора и калия и недостаточным азота. Опыт заложен в 2013 г. на площади 660 м², площадь одной делянки 22 м², норма высева семян 20 кг/га, ширина междурядий 45 см.

Варианты опыта включали обработку монопрепаратами: «Мизорин» (*Artrobacter myosorens*, шт.7) и «Микориз» (*Glomus*, шт.8) и их сочетанием в чистом виде, а также на фоне ризоторфина, содержащего специфические для козлятника клубеньковые бактерии *Rhizobium galegae*. На втором году жизни козлятника восточного наблюдали за его ростом и развитием, начиная от начала отрастания до формирования семян. Все наблюдения и учёты проводили по общепринятым методикам. Урожайность надземной массы в трех повторностях учитывали 2 раза за вегетацию. Первый укос провели в фазе бутонизации козлятника, второй – через 60 дней после первого, когда растения достаточно отросли и находились в фазе начала цветения. Массу корней в пахотном слое и количество клубеньков определяли методом монолита в период цветения козлятника. Результаты обработаны методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову [5].

Вегетационный период 2014 г. отличался холодной засушливой весной, лишь в конце мая выпала почти месячная норма осадков, что приблизило увлажнение периода к среднемноголетней норме. Тем не менее недостаток влаги и тепла неблагоприятно отразились на отрастании козлятника и его дальнейшем развитии, так как и в первой декаде июня были пониженные температуры, а осадков не было до июля, $ГТК_{VI} = 0,41$. Июль и август отличались повышенными температурами воздуха и осадками выше среднемноголетних величин почти в 2 раза. ГТК этих месяцев составили 1,78 и 1,52 соответственно.

Результаты исследований

Отрастание козлятника восточного началось весной, в начале мая, и уже к концу периода высота растений составляла от 35 до 55 см (табл. 1). Минимальной она была на контрольном варианте и на мизорине, в который входят несимбиотические азотфиксирующие бактерии (35-37 см). Максимальные величины наблюдались на всех вариантах на фоне ризоторфина – 50-55 см. Эта тенденция сохранилась до созревания растений. На контроле высота растений увеличилась до 70 см, препараты в чистом виде увеличили ее на 5-12 см от контроля и максимальной она сформировалась на фоне ризоторфина – 88-95 см. Наиболее высокими растения были на смеси ризоторфина с мизорином и микоризой – 92-95 см.

Количество побегов к осени также значительно увеличилось по сравнению с фазой отрастания. На контроле количество побегов составило 80 шт/м². На всех вариантах с биопрепаратами побегов сформировалось значительно больше контрольного варианта, особенно на фоне ризоторфина – 146-168 шт/м². Количество листьев на одном растении также было больше на всех опытных вариантах.

Наблюдения за динамикой площади листьев показали положительное действие инокуляции всеми микробными препаратами. Особенно большей площадь листьев сформировалась на фоне ризоторфина. В период цветения площадь листьев 1 растения на контроле была минимальной – 1120 см²/раст. Мизорин оказал слабое влияние на формирование площади листовой поверхности. Большая листовая поверхность сформировалась на микоризе и микоризе с мизорином, где она была выше по сравнению с мизорином на 30-36 см²/раст. Ризоторфин в чистом виде еще более увеличивал листовую поверхность – до 1200 см²/раст. На фоне ризоторфина действие микоризы и микоризы с мизорином было оптимальным. Площадь листьев на 1 растении была больше на 22-50 см² по сравнению с ризоторфином.

Фотосинтетический потенциал также был наиболее высокий на инокулированных вариантах. На контроле ФСП составил 1,9 млн м² дн/га, а при использовании препаратов достигал величины более 2 млн м² дн/га. Наибольшие значения ФСП наблюдались на фоне ризоторфина с мизорином, микоризой и их тройном сочетании – 3,2; 3,5; 4,1 млн м² дн/га соответственно.

Следовательно, все используемые препараты способствуют увеличению листовой поверхности козлятника восточного по сравнению с контрольным вариантом, что

обусловлено комплексом положительного их воздействия на рост и развитие как за счет улучшения азотного и фосфорного корневого питания растений козлятника, так и за счет выделения микроорганизмами, входящими в состав препаратов, физиологически активных веществ и антибиотиков. Однако лучшие результаты наблюдаются при использовании специфичных для козлятника клубеньковых бактерий, на фоне которых усиливается действие ассоциативных азотфиксирующих бактерий (мизорин) и грибного препарата «Микориза». Аналогичные результаты приводятся и другими исследователями [6, 7].

Урожайность зеленой массы козлятника восточного за 2 укоса на контроле составила 102,9 ц/га (табл. 2). На всех инокулированных вариантах она была существенно выше – на 30,6-177,9%. Препараты «Мизорин» и «Микориза» увеличили урожайность на 30,6-30,8%, совместное их использование – на 50% от контроля. Урожайность зеленой массы на ризоторфине в чистом виде увеличилась более чем в 2 раза и составила 225,5 ц/га. Мизорин на фоне ризоторфина не оказал положительного влияния на формирование зеленой массы козлятника, в отличие от микоризы, где урожайность была выше, чем на ризоторфине, на 12,2% – 275,7 ц/га. Еще более высокой она сформировалась на смеси трех препаратов, что связано с каким-то положительным симбиозом ассоциативных бактерий в составе мизорина с грибами рода *Glomus* в микоризе. Положительное действие этого симбиоза заметно и при использовании этих препаратов без ризоторфина, урожайность зеленой массы козлятника при использовании двойной смеси мизорин + микориза выше, чем на каждом в отдельности, на 20 ц/га.

Таблица 1

Динамика морфобиометрических показателей и ФСП козлятника восточного 2-го года жизни

Варианты	Высота, см		Количество листьев, шт/раст.		Площадь листьев, см ² /раст.		ФСП, млн м ² дн/га	
	начало ветвл.	уборка	начало ветвл.	уборка	бутонизация	цветение	бутонизация	цветение
Контроль	37	70	3	14	820,0	1120,0	1,3	1,9
Мизорин	35	75	3	14	840,0	1140,0	1,5	2,1
Микориза	38	80	4	16	876,1	1176,0	1,6	2,2
Мизорин + микориза	42	82	3	15	870,8	1170,0	2,1	2,9
Ризоторфин	45	86	3	15	889,9	1200,0	2,1	2,8
Ризоторфин + мизорин	50	88	4	17	890,1	1200,5	2,4	3,2
Ризоторфин + микориза	52	92	4	17	892,0	1222,0	2,6	3,5
Ризоторфин + мизорин + микориза	55	95	4	19	900,0	1250,3	2,9	4,1

Продуктивность козлятника восточного 2-го года жизни

Вариант	Масса корней, ц/га	Кол-во активных клубеньков, шт/раст.	Урожайность зелёной массы за 2 укоса, ц/га	Отклонение от контроля		Содержание протеина, %
				ц/га	%	
Контроль	40,0	-	102,9	-	-	23,2
Мизорин	41,0	-	134,6	31,7	30,8	23,4
Микориза	51,6	-	134,4	31,5	30,6	26,0
Мизорин + микориза	56,0	-	154,4	51,5	50,0	27,7
Ризоторфин	43,0	79	222,5	119,6	116,2	31,0
Ризоторфин + мизорин	52,0	165	214,2	111,3	108,1	28,5
Ризоторфин + микориза	58,0	130	275,7	172,8	167,9	31,0
Ризоторфин + мизорин + микориза	59,0	185	286,0	183,1	177,9	30,5
НСР ₀₅				10,5		

Масса корней в пахотном слое на этом варианте была даже выше, чем на ризоторфине, скорее всего, за счет благоприятного действия на корневую систему микоризы, так как и на микоризе в чистом виде масса корней также была высокой. Такой эффект обусловлен, вероятно, как улучшением фосфорного питания растений, которое благоприятно влияет на рост корней, так и увеличением их всасывающей поверхности, обусловленной микоризой. Максимальная масса корней сформировалась, как и урожайность надземной массы, под влиянием микоризы и смеси микоризы с мизорином на фоне ризоторфина.

Как и в прошлом году, на втором году жизни активные клубеньки на корнях козлятника были обнаружены только при использовании ризоторфина, что еще раз подтверждает, отсутствие в наших почвах ризобии этого вида. Их количество возросло по сравнению с первым годом жизни с 10-20 шт. на одном растении до 79-185 шт./раст. Препараты «Мизорин» и «Микориза» активизировали процесс формирования клубеньков ризобиями, особенно активно препарат «Мизорин». О положительном влиянии этого препарата на симбиоз клубеньковых бактерий с бобовыми растениями есть сведения в литературе [8]. Исходя из сказанного следует, что для увеличения урожайности козлятника восточного необходимо инокулировать семена

перед посевом специфичным штаммом этих бактерий.

Кроме того, на фоне ризоторфина в зеленой массе козлятника повышается содержание сырого протеина до 31% против 23,2% на контроле. Наряду с увеличением урожайности этот прием способствует увеличению выхода протеина с единицы площади и большей обеспеченности кормовых единиц белком.

Заключение

Таким образом, возделывание козлятника восточного в условиях степной зоны Алтайского края наиболее перспективно с использованием микробных препаратов как ассоциативных азотфиксирующих бактерий, так и микоризы. Однако без инокуляции ризоторфином урожайность зеленой массы козлятника увеличивается незначительно. На фоне ризоторфина улучшаются все ростовые процессы, увеличиваются количество и площадь листьев, фотосинтетический потенциал, количество побегов, урожайность зеленой массы и корней. Клубеньки образуются только на инокулированных вариантах, что способствует лучшей обеспеченности растений козлятника восточного азотом, фосфором и биологически активными веществами. Наиболее перспективным следует считать использование комплекса препаратов – «Ризоторфин + «Мизорин» + «Микориза».

Библиографический список

1. Иванова Н.Н., Тюлин В.А., Иванов Д.А. Продуктивность козлятника восточного в разных ландшафтных условиях // Кормопроизводство. – 2013. – № 2. – С. 14-16.
2. Возделывание козлятника восточного на корм и семена в нечерноземной зоне: рекомендации / под ред. И.И. Прохорова. – М.: Агропромиздат, 1989. – 20 с.
3. Трепачёв Е.П. Агрохимические аспекты биологического азота в современном земледелии. – М., 2009. – 532 с.
4. Hansen A.P. Symbiotic N₂ fixation of crop legumes: achievement and perspectives, Hohenheim. Tropical Agricultural Series. Margraf Verlag, 1994. – 248 p.
5. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
6. Белоброва С.Н. Продуктивность фасоли обыкновенной (*Phaseolus vulgaris* L.) при обработке семян микробными препаратами: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – СПб., 2012. – 19 с.
7. Курсакова В.С. Эффективность инокуляции и минеральных удобрений при возделывании козлятника восточного (*Galega Orientalis* Lam.) в Приобской зоне Алтайского края // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2012. – № 2 (88). – С. 8-12.
8. Завалин А.А. Биопрепараты, удобрения и урожай. – М.: ВНИИА, 2005. – 305 с.

References

1. Ivanova N.N., Tyulin V.A., Ivanov D.A. Produktivnost' kozlyatnika vostochnogo v raznykh landshaftnykh usloviyakh // Kormoproizvodstvo. – 2013. – № 2. – S. 14-16.
2. Vozdelyvanie kozlyatnika vostochnogo na korm i semena v nechernozemnoi zone / rekomendatsii pod red. I.I. Prokhorova. – M.: VO «Agropromizdat», 1989. – 20 s.
3. Trepachev E.P. Agrokhimicheskie aspekty biologicheskogo azota v sovremennom zemledelii. – M., 2009. – 532 s.
4. Hansen A.P. Symbiotic N₂ fixation of crop legumes: achievement and perspectives, Hohenheim. Tropical Agricultural Series. Margraf Verlag, 1994. – 248 p.
5. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta. – M.: Agropromizdat, 1985. – 351 s.
6. Belobrova S.N. Produktivnost' fasoli obyknovennoi (*Phaseolus vulgaris* L.) pri obrabotke semyan mikrobnymi preparatami: avtoref. dis. ... kand. s.-kh. nauk. – SPb., 2012. – 19 s.
7. Kursakova V.S. Effektivnost' inokulyatsii i mineral'nykh udobrenii pri vozdelyvanii kozlyatnika vostochnogo (*Galega orientalis* Lam.) v Priobskoi zone Altaiskogo kraja // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2012. – № 2 (88). – S. 8-12.
8. Zavalin A.A. Biopreparaty, udobreniya i urozhai. – M.: VNIIA, 2005. – 305 s.

