

# АГРОНОМИЯ

УДК 633:631.559:631.811.98.(571.15)

В.С. Курсакова, Н.Н. Бартая  
V.S. Kursakova, N.N. Bartaya

## ВЛИЯНИЕ ПРЕПАРАТА «РИЗОАГРИН» НА УРОЖАЙНОСТЬ ЗЕЛЕННОЙ МАССЫ ЯЧМЕНЯ В ОДНОВИДОВОМ ПОСЕВЕ И В ТРАВОСМЕСЯХ С БОБОВЫМИ КУЛЬТУРАМИ

### THE EFFECT OF RIZOAGRIN BIOLOGICAL FERTILIZER ON BARLEY HERBAGE YIELD IN A SINGLE-CROP SOWING AND IN GRASS MIXTURES WITH LEGUMES

**Ключевые слова:** азотфиксирующие бактерии, бобовые культуры, инокуляция, зеленая масса, протеин, смешанные посевы, урожайность, ячмень.

Для получения сбалансированных по белку кормов необходимо включать в посевы злаковых культур бобовые растения. Одной из современных технологий повышения урожайности посевов является применение бактериальных удобрений на основе азотфиксирующих бактерий, которые, наряду с обеспечением растений фиксированным азотом, обладают ростостимулирующим действием и защитным от фитопаразитов. Цель исследования заключалась в выявлении наиболее продуктивных смесей ячменя с бобовыми культурами и изучении влияния препарата «Ризоагрин» на урожайность зеленой массы и питательную ценность ячменя и его смесей с горохом и викой. Исследования проводили в 2008-20011 гг. в учхозе АГАУ «Пригородное» на черноземе выщелоченном. Полевые опыты закладывали в 3 повторностях на площадках 5 м<sup>2</sup> на двух вариантах – без удобрений и инокулированными ризоагрином семенами. Объектами исследования служили ячмень яровой сорта «Золотник», горох посевной «Варяг», вика посевная «Барнаульская». Процентное соотношение ячменя и бобовых культур в смесях составляло 50:50% от рекомендованных норм высева. Учет урожая зеленой массы проводили в фазы кущения, колошения и молочной спелости ячменя. Включение в посевы ячменя бобовых культур увеличивает выход зеленой массы кормосмесей от фазы кущения до молочной спелости на 19-53%. Наибольшей продуктивностью отличалась смесь ячменя с горохом, где в среднем урожайность зеленой массы была на 42,7-53,0% выше чистого посева ячменя. Инокуляция увеличивала урожайность чистого посева ячменя и его смесей на 12-84%. Более отзывчивой на инокуляцию была смесь с горохом. Кормосмеси ячменя с бобовыми культурами обеспечивают более высокий выход протеина, чем его чистые посевы, что позволяет получать с 1 га до 4,3-3,8 т/га сырого протеина. Инокуляция ризоагрином увеличивает выход протеина до 4,6-5,67 т/га. Максимальный

сбор сырого протеина обеспечивает смесь ячменя с горохом.

**Keywords:** nitrogen-fixing bacteria, legumes, inoculation, herbage, protein, mixed crops, yield, barley.

To obtain forages containing protein, it is necessary to include legumes to cereal sowings. One of the advanced technologies to improve crop yields is the application of bacterial fertilizers based of nitrogen-fixing bacteria provide the plants with fixed nitrogen, produce growth promoting effect and protect against phytoparasites. The research goal was to identify the most productive mixtures of barley with legumes and study the effect of Rizogrin biological fertilizers on the yield of herbage and the nutritional value of barley and its mixtures with peas and vetch. The studies were conducted on the experimental farm of the Altai State Agricultural University on leached chernozem over the 2008 to 2011 period. The field trials were conducted in triplicate on 5 sq. m plots in two variants – without fertilizers and with Rizoagrins inoculated seeds. The following crops were studied: spring barley variety Zolotnik, pea variety Varyag, and vetch variety Barnaulskaya. The percentage of barley and legumes in the mixtures was 50:50% of the advised sowing rate. The herbage yield was monitored at the stages of tillering, heading and milky ripeness of barley. The inclusion of legumes in barley sowings increased the herbage yield of the grass mixtures in the period from tillering to milky ripeness by 19-53%. The greatest yield was obtained in the mixture of barley with peas where the average herbage yield was by 42.7-53.0% greater than that in single-crop barley sowing. The inoculation increased the yield of single-crop barley sowing and its mixtures by 12-84%. The mixture with peas was more responsive to inoculation. The mixtures of barley with legumes produced more protein than single-crop barley sowing; crude protein yield made 4.3-3.8 t ha. The inoculation with Rizoagrins increased protein yield up to 4.6-5.67 t ha. Maximum crude protein yield provides a mixture of barley with peas. The maximum crude protein yield was obtained from barley and peas mixture.

**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.

**Бартая Нелли Нугзаровна**, аспирант, Алтайский государственный аграрный университет. Тел.: (3852) 63-41-16. E-mail: Bartaya09@mail.ru.

**Kursakova Valentina Sergeevna**, 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.

**Bartaya Nelli Nugzarovna**, Post-Graduate Student, Altai State Agricultural University. Ph.: (3852) 63-41-16. E-mail: Bartaya09@mail.ru.

### Введение

Ячмень яровой относится к одной из важнейших кормовых культур в Российской Федерации. Будучи злаковой культурой отличается невысоким содержанием белка, что приводит к несбалансированному питанию животных. Для получения сбалансированных по белку кормов необходимо включать в посевы злаковых растений бобовые культуры. Среди однолетних бобовых ведущее место занимают горох посевной и вика посевная. Смешанные посевы их более урожайны, чем одновидовые. Включение бобового компонента благоприятно влияет на злаковые культуры, улучшая их азотное питание. Однако урожайность кормосмеси не всегда превосходит одновидовые посевы. По данным В.А. Бенц (1996), лишь в 30% случаев горохово-овсяные смеси были более урожайные, чем одновидовой посев овса, а в 70% случаев урожайность овса была более высокая, чем в смеси [1].

Одним из путей повышения урожайности кормовых культур является использование минеральных удобрений. Однако в условиях обострения экономических и экологических проблем необходимо находить новые концептуальные подходы к решению вопросов увеличения выхода растениеводческой продукции, в частности, к регулированию минерального питания растений. Для этого необходимо внедрять ресурсосберегающие, экологически безопасные технологии, позволяющие получать качественную продукцию с наименьшими затратами.

Одной из таких современных технологий можно считать применение бактериальных удобрений для улучшения микробоценоза почвы и повышения урожайности и качества сельскохозяйственной продукции.

Среди бактериальных удобрений особое место занимают препараты, содержащие несимбиотические азотфиксирующие бактерии, так называемые ассоциативные diaзотрофы. Размеры их азотфиксации достигают 30-107 кг, а по данным L.K. Porter (1975) – до 600 кг доступного азота на 1 га [2-4]. Кроме того, ассоциативные diaзотрофы стимулируют рост и поглотительную способность корневой системы, оптимизируют усвоение труднодоступных соединений фосфора и других элементов питания, синтезируют фитогормоны, витамины, которые стимули-

руют рост и развитие растений и защищают растения от заболеваний, подавляя развитие патогенной микрофлоры за счет синтезируемых антибиотиков [5, 6]. Препараты ассоциативных бактерий широко применяют под многолетние травы, однолетние полевые культуры из разных семейств, в том числе под злаковые, но не под бобовые [6].

**Цель** исследований заключалась в выявлении наиболее продуктивных бинарных смесей ячменя с бобовыми культурами и изучении влияния препарата азотфиксирующих бактерий «Ризоагрин» на урожайность зелёной массы ячменя и его травосмесей и на питательную ценность в условиях умеренно засушливой колочной степи Алтайского края.

### Объекты и методы исследований

Полевые опыты проводились в 2008-2011 гг. в учебном хозяйстве Алтайского государственного аграрного университета «Пригородное». Почва опытного участка – чернозём выщелоченный среднемощный среднесуглинистый среднегумусный, достаточно обеспеченный фосфором и калием и недостаточно – азотом. По агроклиматическому районированию подзона относится к тёплому недостаточно увлажнённом району. Климат резко континентальный с холодной продолжительной зимой и коротким жарким летом. В летний период часты засухи, осадки выпадают в основном во второй половине лета.

Погодные условия 2008-2011 гг. существенно различались между собой. Более благоприятным по температурному режиму и влагообеспеченности был 2009 г. Менее благоприятными метеоусловиями характеризовались 2008 и 2010 гг., где количество осадков на 51-47 см было ниже среднемноголетней нормы и их распределение по месяцам было неравномерным. Наиболее засушливым был вегетационный период 2011 г., количество осадков выпало в 2 раза ниже нормы при относительно высоких среднемесячных температурах.

Полевые опыты закладывались согласно существующим методикам в 3 повторностях. Площадь одной делянки 5 м<sup>2</sup>, размещение рендомизированное. В качестве объектов исследования были взяты: ячмень яровой сорта «Золотник», горох посевной «Варяг» и вика посевная «Барнаульская». Нормы высева

по каждому виду устанавливали в соответствии с зональными рекомендациями. Процентное соотношение ячменя и бобовых культур в бинарных смесях было одинаковым – 50:50% от рекомендованных норм высева. Варианты опыта включали посев культур без удобрений и инокулированными ризоагрином семенами. Учет надземной массы проводили в основные фазы развития ячменя – кущение, колошение, молочная спелость. Химический анализ кормов проведен на ИК-анализаторе. Урожайные данные обработаны методом двухфакторного дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову [7].

**Ризоагрин** – препарат, созданный на основе штамма ассоциативных азотфиксирующих бактерий, относящихся к роду *Agrobacterium* (*A. radiobacter*, штамм 204) [8]. Агробактерии фиксируют молекулярный азот воздуха, превращая его в аммиачную форму, питают им растения, вытесняя болезнетворные бактерии, лишая их пищи и жизненного пространства, вырабатывают антибиотики против возбудителей грибных болезней. Применение ризоагрина заменяет внесение 40-60 кг аммиачной селитры или 20-30 т/га навоза КРС [6]. Достаточно низкая цена бактериальных удобрений, по сравнению с минеральными и органическими, позволяет значительно уменьшить затраты на производимую продукцию и экономить азотные удобрения на 70-80%.

Обработку семян ячменя препаратом проводили непосредственно перед посевом

согласно рекомендации из расчета 300 г на гектарную норму семян. Инокуляцию семян бобовых растений не проводили исходя из особенностей препарата.

**Результаты исследований**

Результаты исследования свидетельствуют о положительном влиянии бобовых культур на урожайность зеленой массы ячменя (табл. 1). Если в чистых посевах его урожайность в разные фазы развития составляла от 1,3 т/га (2011 г.) в фазу кущения до 32,0 т/га (2008 г.) в фазу молочной спелости, то в смешанных посевах она была существенно выше. В среднем за 4 года урожайность зеленой массы ячменя в фазу кущения составила 6,93 т/га с колебаниями по годам от 1,33 до 10,0 т/га в зависимости от метеоусловий года. В смешанных посевах лучший результат показала смесь с горохом – 9,7 т/га (от 1,88 до 14,4 т/га). Урожайность травосмеси с викой посевной была существенно ниже, даже по сравнению с одновидовым посевом ячменя, и составила 6,86 т/га.

К фазе колошения ячменя наблюдается значительный прирост биомассы на всех вариантах, что очень важно для обеспечения зеленого конвейера для животных. Урожайность одновидового посева ячменя выросла более чем в 2 раза и в среднем за 4 года составила 14,35 т/га (от 2,9 до 20,0 т/га в разные годы), его бинарная смесь с горохом – 22,0 т/га, с викой – 19,54 т/га.

Таблица 1

**Урожайность зелёной массы ячменя ярового и его травосмесей с бобовыми культурами при использовании препарата «Ризоагрин», т/га**

Культура	Урожайность, т/га									
	кущение			колошение			созревание			
	контроль	ризоагрин	отклонение от контроля, %	контроль	ризоагрин	отклонение от контроля, %	контроль	ризоагрин	отклонение от контроля, %	
2008 г.										
Ячмень	6,9	12,7	84,0	17,6	23,6	34,1	32,0	41,4	29,4	
Ячмень + горох	9,3	16,0	74,4	20,57	31,8	54,6	34,9	45,6	30,7	
Ячмень + вика	10,10	13,0	28,7	22,60	31,1	37,6	33,5	38,8	15,8	
2009 г.										
Ячмень	10,0	11,2	12,0	20,0	22,0	10,0	30,0	38,0	26,7	
Ячмень + горох	13,2	22,4	69,7	36,8	44,2	20,1	46,4	77,1	66,2	
Ячмень + вика	10,4	19,0	82,7	26,4	29,2	10,6	35,4	41,04	15,9	
2010 г.										
Ячмень	9,5	13,2	38,9	16,9	18,8	11,2	19,6	21,0	7,1	
Ячмень + горох	14,4	20,1	39,6	27,7	32,4	16,98	36,1	18,90	-53,3	
Ячмень+вика	10,2	15,8	54,9	26,4	28,0	6,1	34,2	10,54	- 69,2	
2011 г.										
Ячмень	1,33	1,85	39,1	2,90	3,71	27,9	14,0	22,4	60,0	
Ячмень + горох	1,88	2,61	38,8	2,95	5,90	100,0	18,9	20,30	7,4	
Ячмень + вика	1,76	1,68	-4,8	2,74	5,81	112,0	10,54	20,11	90,8	
НСР <sub>0,5</sub>	Фактор А = 4,23 Фактор В = 3,45			Фактор А = 5,09 Фактор В = 5,79			Фактор А = 7,0 Фактор В = 6,0			

**Влияние ризоагрина на содержание и выход сырого протеина в посевах ячменя и его смесей с бобовыми культурами, 2008-2011 гг.**

Вариант	Содержание сырого протеина, %		Выход протеина, кг/га	
	контроль	ризоагрин	контроль	ризоагрин
Ячмень	12,70	11,89	303,5	365,0
Ячмень + горох	15,83	17,76	539,5	812,2
Ячмень + вика	15,85	16,00	450,5	555,8

Максимальная продуктивность зеленой массы сформировалась в фазу молочной спелости зерна ячменя. В эту фазу возможно использование однолетних кормовых культур для заготовки силоса, сенажа, сена и других кормов. Чистый посев ячменя в среднем за 4 года дал урожайность зеленой массы 23,9 т/га, с максимальным выходом в 2008 г. – 32,0 т/га. Травосмесь ячменя с горохом также была более продуктивной по сравнению с ячменно-виковой смесью – 34,1 т/га против 28,4 т/га с викой. Наилучший результат получен в оптимальном по увлажнению 2009 г., урожайность ячменно-гороховой смеси составила 46,4 т/га.

Таким образом, результаты проведенных в течение 4 лет испытаний показали, что в условиях умеренно засушливой колочной степи Алтайского края наиболее эффективно возделывать для получения зеленого корма ячмень в сочетании с горохом. В фазе колошения урожайность этой кормосмеси превосходила урожайность одновидового посева на 53%, а в фазе молочной спелости – на 42,7%. Смесь ячменя с викой превышала ячмень на 36 и 19% в эти же фазы.

Использование препарата «Ризоагрин» увеличивало урожайность культур на всех вариантах во все годы исследований. Более благоприятное действие препарата наблюдалось в начальные фазы развития культур, что связано со стимулирующим влиянием азотфиксирующих бактерий на корневую систему и улучшением азотного и фосфорного питания, так необходимым растениям на первых этапах их жизни. Особенно заметное влияние препарата на увеличение зеленой массы наблюдалось в 2008-2009 гг. (от 12 до 84%).

Более отзывчивой на инокуляцию оказалась смесь ячменя с горохом, где урожайность в оба года увеличилась на 70,0-71,5%. Урожайность одновидового посева ячменя лишь в 2008 г. была на 84% выше контрольного варианта, в остальные годы не превышала 39,5%. В среднем за 4 года урожайность зеленой массы ячменя увеличилась от инокуляции ризоагрином на 28,8%, в смеси с горохом – на 36,5, с викой – на 34,4%.

В фазу колошения прибавки от ризоагрина в среднем составили у чистого посева ячменя 18,7%, ячменя с горохом – 29,9, ячменя с викой – 20,7%. Особенно высокая отзывчивость на инокуляцию в этой фазе наблюда-

лась в бинарных смесях с бобовыми в засушливом 2011 г. При низкой урожайности на контрольных вариантах прибавки составили 100-112%.

В фазу молочной спелости инокуляция обеспечила прибавки урожая надземной массы в среднем на 28,8% у ячменя и 34,0-22,3% в смесях с горохом и викой. Максимальная урожайность зеленой массы сформировалась в 2009 г. у ячменя с горохом – 77,1 т/га, или на 66% выше контрольного необработанного препаратом варианта.

Содержание сырого протеина в зеленой массе смешанных посевов было выше, чем в одновидовом посеве ячменя, в среднем за 4 года на 24,6% (табл. 2). Инокуляция ризоагрином не оказывала влияния на содержание протеина в зеленой массе ячменя, но увеличивала его содержание в смеси с горохом на 39,8% по сравнению с ячменем и на 12,23% по сравнению с аналогичным неинокулированным вариантом. В смеси ячменя с викой содержание сырого протеина от инокуляции практически не изменилось.

Выход сырого протеина с 1 га посева был более высоким на вариантах смешанных посевов с бобовыми культурами. На контрольных вариантах максимальный выход протеина 539,5 кг/га обеспечила смесь ячменя с горохом. Инокуляция значительно увеличила выход протеина с 1 га на 12,0-15,1% от соответствующих контрольных вариантов, благодаря более высокой урожайности зеленой массы. Максимальный выход сырого протеина также получен на варианте бинарной смеси с горохом – 812,2 кг/га.

### Выводы

1. Включение в посевы ячменя бобовых культур в соотношении 50:50% к норме посева увеличивает выход зеленой массы кормосмесей от фазы кущения до молочной спелости на 19-53%. Наибольшей продуктивностью во все годы исследования отличалась смесь ячменя с горохом, где в среднем урожайность зеленой массы была на 42,7-53,0% выше чистого посева ячменя.

2. Инокуляция ячменя препаратом ассоциативных азотфиксирующих бактерий «Ризоагрин» увеличивала урожайность чистого посева и его смесей с бобовыми культурами во все годы на 12-84%. Более отзывчивой на инокуляцию была смесь с горохом.



3. Кормосмеси ячменя с бобовыми культурами обеспечивают более высокий выход протеина, чем его чистые посева, что позволяет получать с 1 га до 450,5-539,5 кг/га сырого протеина. Инокуляция ризоагрином увеличивает выход протеина до 555,8-812,2 кг/га. Максимальный сбор сырого протеина обеспечивает смесь ячменя с горохом, что в 1,8 раза превышает чистый посев ячменя.

**Библиографический список**

1. Бенц В.А. Поливидовые посева в кормопроизводстве: теория и практика. – Новосибирск, 1996 – 225 с.  
 2. Кудеяров В.Н. Цикл азота в почве и эффективность удобрений. – М.: Наука, 1989. – 216 с.  
 3. Умаров М.М. Роль микроорганизмов почв в балансе азота в биосфере // Почвы-национальное достояние России: матер. IV съезда Докучаевского общества почвоведов (г. Новосибирск, 9-13 августа 1004 г.). – Новосибирск: Наука-центр, 2004. – Кн. 1. – С. 373-375.  
 4. Porter L.K. Nitrogen transfer in ecosystem // Soil Biochem. – 1975. – Vol. 4. – P. 1-30.  
 5. Емцев В.Т., Ницэ Л.К., Покровский Н.П. Несимбиотическая азотфиксация и закономерности ее функционирования // Минеральный и биологический азот в земледелии СССР. – М.: Наука, 1985. – С. 252-260.  
 6. Завалин А.А. Биопрепараты, удобрения и урожай. – М.: Изд-во ВНИИА, 2005. – 302 с.

7. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – 1985. – 351 с.

8. Оценка эффективности микробных препаратов в земледелии / под ред. А.А. Завалина. – М.: Россельхозакадемия, 2000. – 82 с.

**References**

1. Bents V.A. Polividovye posevy v kormoproizvodstve: teoriya i praktika. – Novosibirsk, 1996 – 225 s.  
 2. Kudayarov V.N. Tsikl azota v pochve i effektivnost' udobrenii. – M.: Nauka, 1989. – 216 s.  
 3. Umarov M.M. Rol' mikroorganizmov pochv v balanse azota v biosfere // Pochvy-natsional'noe dostoyanie Rossii: mater. IV s"ezda Dokuchaevskogo obshchestva pochvovedov (Novosibirsk, 9-13 avgusta 2004 g.). – Novosibirsk: Nauka-tsentr, 2004. – Kn. 1. – S. 373-375.  
 4. Porter L.K. Nitrogen transfer in ecosystem // Soil Biochem. – 1975. – Vol. 4. – P. 1-30.  
 5. Emtsev V.T., Nitse L.K., Pokrovskii N.P. Nesimbioticheskaya azotfiksatsiya i zakonomernosti ee funktsionirovaniya // Mineral'nyi i biologicheskii azot v zemledelii SSSR. – M.: Nauka, 1985. – S. 252-260.  
 6. Zavalin A.A. Biopreparaty, udobreniya i urozhai. – M.: Izd-vo VNIIA, 2005. – 302 s.  
 7. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta. – M.: Agropromizdat, 1985. – 351 s.  
 8. Otsenka effektivnosti mikrobnikh preparatov v zemledelii / pod red. A.A. Zavalina. – M.: Rossel'khozakademiya, 2000. – 82 s.



УДК 635.631.52(571.1)

**Н.Г. Казыдуб, М.А. Копылова, Т.В. Маракаева,  
 С.П. Кузьмина, Н.А. Шитиков**  
 N.G. Kazydub, M.A. Kopylova, T.V. Marakayeva,  
 S.P. Kuzmina, N.A. Shitikov

**ИТОГИ И ПЕРСПЕКТИВЫ СЕЛЕКЦИИ ФАСОЛИ  
 В УСЛОВИЯХ ЮЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ**

**THE RESULTS AND PROSPECTS OF BEAN SELECTIVE BREEDING  
 FOR THE SOUTHERN FOREST-STEPPE OF WEST SIBERIA**

**Ключевые слова:** фасоль, селекция, сорт, урожайность, качество бобов и семян.

**Keywords:** bean, selective breeding, variety, yield, quality of beans and seeds.

Продемонстрированы основные достижения селекции фасоли овощного и зернового использования в Омском государственном аграрном университете и обоснованы векторы создания сортов нового поколения, которые, по мнению авторов, являются приоритетными направлениями распространения культуры в регионе.

The major achievements in the selective breeding of green bean and haricot bean at the Omsk State Agricultural University are shown; the directions of new generation varieties development are substantiated; according to the authors, those are the priority directions of the crop distribution in the region.