

**EFFECT OF NITROGEN-FIXING, PHOSPHATE BACTERIA
AND PREPARATION FOR BIOLINUM GROWTH
AND DEVELOPMENT OF FLAX**

O.A. Ermolovich

Summary

The article presents the results of studies of nitrogen-fixing, phosphate bacteria and binary bacterial preparation Biolinum on the growth and development of flax. The positive experimental results of their effect on field emergence, growth and development, persistence and survival of plant flax were obtained.

Поступила 17 февраля 2011 г.

УДК 633.37:631.532:631.5

**ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЙ НА ВЫНОС С УРОЖАЕМ ЭЛЕМЕНТОВ
ПИТАНИЯ И НАКОПЛЕНИЕ В ПОЧВЕ КОРНЕВОЙ МАССЫ
ГАЛЕГИ ВОСТОЧНОЙ**

А.А. Боровик¹, В.А. Радовня², А.В. Аляпкин³

*¹Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию,
г. Жодино, Беларусь*

*²Полесский институт растениеводства, Мозырский р-он,
п. Кричицкий, Беларусь*

³Полесский филиал УО «БГСХА», Гомельская обл., г. Калинковичи, Беларусь

ВВЕДЕНИЕ

Одним из факторов существования агроэкосистемы является наличие азота. Основным источником его поступления – удобрения. Альтернативной формой его поступления могут быть посевы однолетних и многолетних бобовых трав.

Многолетние бобовые травы способны больше других культур обогащать почву органическим веществом и азотом, улучшать физические свойства почвы, в особенности структуру, а в конечном итоге – повышать плодородие. В литературе встречаются сведения, что культуры с длительным продуктивным долголетием, такие как галега, люцерна и лядвенец, являются не только высокоэффективными накопителями органического вещества и азота в почве, но и хорошими предшественниками, положительное действие которых сказывается на урожае последующих культур на протяжении 3-4 лет. При 1-2-х летнем использовании бобово-злаковых травостоев повышение содержания гумуса в почве отмечается в течение двух-трех лет, повышение содержания общего азота – один год, фосфора и калия – три-четыре года.

Согласно статистике, в республике из многолетних бобовых трав на пашне наиболее распространен клевер луговой – 173 тыс. га. Площади под люцерной за последние пять лет увеличились с 47,4 до 88,5 тыс. га. В последние годы возрос

интерес к такой высокопродуктивной и долголетней бобовой культуре, как галега восточная. В 2010 г. в республике насчитывалось 1,5 тыс. га этой культуры. Размещена она в основном на выводящих полях, так как продуктивное долголетие этой культуры превышает десятилетний период.

В луговом кормопроизводстве по-прежнему единственным бобовым компонентом в бобово-злаковых травостоях является клевер луговой, продуктивное долголетие которого не превышает двух лет. В мировой практике на землях, где не удается люцерна, в качестве бобового компонента на лугопастбищных угодьях широко используется лядвенец, как неприхотливое растение к почвенно-климатическим условиям. Планируется, что в перспективе данная культура также займет достойное место в луговом травосеянии нашей республики.

Цель исследований – сравнить малораспространенные бобовые культуры (галега восточная, люцерна посевная, лядвенец рогатый) по накоплению корневой массы и элементов питания в ней, а также оценить влияние удобрений на вынос с урожаем элементов питания и накопление в почве корневой массы галеги восточной.

МЕТОДИКА И ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В наших исследованиях сравнивалась продуктивность бобовых трав, обладающих продолжительным периодом использования, галеги восточной с люцерной посевной и лядвенцем рогатым. Кроме того, определялся вынос с урожаем элементов питания и накопление корневых остатков в почве в конце периода продуктивного долголетия люцерны посевной (6 год жизни).

Опыты проводили в Полесском институте растениеводства. Почва опытного участка дерново-подзолистая супесчаная, подстилаемая с глубины 1,4 м моренным суглинком. Агрохимическая характеристика почвы: гумус (по Тюрину ГОСТ 26213-91) – 2,0%, P_2O_5 – 209, K_2O – 187 мг/кг почвы (по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО ГОСТ 26207-91), кислотность почвы pH_{KCl} 5,78 (потенциометрический метод в 1-н KCl – ГОСТ 26483-85).

Объектом исследований являлись галега восточная Полесская, люцерна посевная Превосходная, лядвенец рогатый Мозырянин. Посев культур был произведен в 1997 г. (галега – широкорядно, люцерна, лядвенец – рядовым способом). Возделывание трав велось по рекомендуемым технологиям, галега скашивалась двукратно (в 2001 г. трехкратно), люцерна, лядвенец – трехкратно. На семенных посевах семена получали с первого укоса, после чего получался один укос отавы.

Учет корневых остатков проводился по методу Станкова на глубину 24 см, урожайность сухого вещества определялась путем сплошной уборки зеленой массы и определения содержания сухого вещества в ней. Отбор растительных проб для определения сухого вещества и для химического анализа по всем укосам проводился по методу пробного снопа, взятого в пяти местах по длине делянки на двух несмежных повторностях общим весом 2-2,5 кг. Определение содержания элементов питания в сухом веществе проводилось после мокрого озоления по соответствующим методикам (азот – по Кьельдалю, фосфор – колориметрически, калий – на пламенном фотометре).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В условиях проведения опыта галега восточная и люцерна посевная характеризовались как высокопродуктивные культуры, обладающие хорошей азотфиксирующей способностью (таблица 1). Кроме того, данные культуры выносили с урожаем большое количество фосфора и калия, что подтверждает их требовательность к содержанию этих элементов в почве. В силу своих биологических особенностей лядвенец рогатый уступал этим культурам по выносу азота на 40,6-41,4%. По выносу фосфора галега и люцерна превысили лядвенец на 61,2%, калия – на 54,1-56,4%. В целом, все изучаемые бобовые культуры выносили значительное количество калия.

В наших исследованиях фосфорные и калийные удобрения вносили общим фоном $P_{60}K_{90}$. С агрохимической точки зрения такого количества фосфора недостаточно для галеги и люцерны, а калия для всех бобовых культур. Следовательно, бобовые культуры с помощью хорошо развитой корневой системы эффективно использовали почвенные запасы питательных веществ.

Таблица 1

Кормовая продуктивность многолетних бобовых трав, содержание в сухом веществе элементов питания, их вынос с урожаем и накопление в почве

Культура	Урожайность сухого вещества, ц/га	Содержание элементов питания, %			Вынос (накопление) элементов питания, кг/га		
		N	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O
Надземная масса*							
Галега восточная	133,0	2,97	0,73	2,57	394	97,0	341
Люцерна посевная	133,0	2,92	0,73	2,52	389	97,0	336
Лядвенец рогатый	93,5	2,79	0,72	2,63	231	60,0	218
НСР ₀₅	11,0-14,3	-	-	-	-	-	-
Корневые остатки**							
Галега восточная	136,0	2,19	0,76	1,41	298	103	192
Люцерна посевная	73,7	1,79	0,50	1,46	132	36,9	108
Лядвенец рогатый	61,8	2,23	0,50	1,17	138	30,9	72,3
НСР ₀₅	10,6	-	-	-	-	-	-

* В среднем за пять лет использования (1998-2002 гг.)

** Данные за шестой год жизни (2002 г.)

К концу шестого года жизни галега в почве оставляла наибольшее количество сухого вещества корневых остатков – 136 ц/га. После люцерны их было на 45,8%, лядвенца – на 54,6% меньше, чем после галеги. К этому периоду их продуктивность снижалась. Следует отметить, что в корнях люцерны отмечалось наименьшее содержание азота. Объясняется это тем, что в острозасушливый 2002 год с травостоя люцерны было получено три укоса. Галега и лядвенец после скашивания первого укоса отрастали поздно и медленно, и не сформировали второй полноценный укос. Работа всего фотосинтетического и симбиотического аппаратов в это время была направлена на накопление питательных веществ в корнях. Сравнительно низким было содержание калия в корневых остатках ляд-

венца. При этом следует обратить внимание, что к шестому году жизни в посевах лядвенца рогатого 57% ботанического состава занимали несеянные злаковые травы, тогда как галега и люцерна были преобладающими видами.

Немаловажное значение с практической точки зрения имеет сравнение бобовых трав в эквивалентном соотношении вносимых органических удобрений. Согласно В.Д. Паникову [1], с одной тонной подстилочного навоза КРС в почву вносится в среднем 203 кг органического вещества и около 4,5 кг азота. Расчеты показывают, что содержание органического вещества, накопившегося в почве после шестилетнего возделывания галеги, эквивалентно 66 т/га навоза, люцерны – 36 т/га, лядвенца – 29 т/га. Содержание азота в корневых остатках эквивалентно 66, 29 и 30 т/га навоза соответственно, фосфора – 45, 16 и 13 т/га, калия – 38, 22 и 15 т/га. При этом исключаются затраты на внесение навоза в почву. Таким образом, можно утверждать, что галега является высокоэффективным накопителем органического вещества и азота в почве.

На количество органической массы и элементов питания, оставляемых многолетними травами в почве, существенное влияние оказывают и технологические приемы их возделывания. Так, например, применение удобрений не только стимулирует продуктивность трав, но и увеличивает накопление корневой массы.

Полученные результаты в наших опытах показали, что содержание азота в сухом веществе семенного травостоя составило в среднем в контроле 1,85%, в вариантах с удобрениями 1,91-1,96%. Существенных различий в содержании азота от применяемых удобрений не установлено (табл. 2). Однако ежегодное внесение фосфорных и калийных удобрений увеличивало содержание азота в сухом веществе отавы на 0,20-0,33%. В значительной степени оно зависело от ботанического состава зеленой массы. В вариантах, где не применялась весенняя подкормка, увеличивалась доля несеянного злака в урожае зеленой массы с 15,3 до 81,2-86,6%. Не обнаружено влияния удобрений на содержание фосфора как в семенном травостое, так и в отаве галеги восточной. Внесение $P_{60}K_{90}$ увеличивало содержание калия в сухом веществе семенного травостоя на 0,15-0,31%, по сравнению с вариантами без внесения минеральных удобрений. При внесении $P_{30}K_{60}$ содержание калия находилось на уровне контроля. Отава галеги восточной отличалась высоким содержанием изучаемых элементов питания.

Максимальным выносом элементов питания отличался семенной травостой галеги восточной. При уборке соломы отчуждалось, согласно вариантам опытов, в 1,5-1,6 раза больше азота, чем с урожаем отавы, фосфора и калия – в 1,5-1,9 раз. При средней урожайности семян в среднем за пять лет по вариантам 2,5-3,8 ц/га, с семенами выносилось только 14,4-21,5 кг/га азота, 3,0-4,6 кг/га фосфора и 4,1-6,2 кг/га калия в год.

Вносимые минеральные удобрения в большей степени, чем навоз, увеличивали вынос элементов питания как семенным травостоем, так и урожаем отавы. Особенно это заметно по выносу азота и калия. Наибольший вынос отмечен при внесении $P_{60}K_{90}$ совместно с навозом и без него. С урожаем семенного травостоя, по сравнению с контролем, отчуждалось большее количество азота на 61-64 кг, фосфора на 13-14 кг и калия на 59-66 кг. С урожаем отавы выносилось соответственно больше азота на 42-52 кг, фосфора на 6-9 кг и калия на 29-42 кг по сравнению с контролем.

**Кормовая продуктивность галеги восточной
в семенных посевах, содержание в сухом веществе
элементов питания, их вынос с урожаем
и накопление в почве, в зависимости от удобрений**

Вариант	Сухое ве- щество, ц/га	Содержание элемен- тов питания, %			Вынос, накопление эле- ментов питания, кг/га		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Солома*							
Контроль	71,7	1,85	0,59	1,39	133	42,3	100
Навоз 50 т/га	77,0	1,94	0,57	1,36	149	43,9	104
Навоз 50 т/га + P ₆₀ K ₉₀	103,0	1,91	0,53	1,54	197	54,6	159
P ₃₀ K ₆₀	91,7	1,96	0,60	1,42	180	55,0	130
P ₆₀ K ₉₀	99,7	1,95	0,56	1,66	194	55,8	166
НСП ₀₅	7,2-12,4	-	-	-	-	-	-
Отава*							
Контроль	30,6	2,71	0,77	2,48	83	23,6	76
Навоз 50 т/га	34,9	2,76	0,76	2,57	96	26,5	90
Навоз 50 т/га + P ₆₀ K ₉₀	45,4	2,98	0,72	2,60	135	32,7	118
P ₃₀ K ₆₀	37,4	3,04	0,77	2,54	114	28,8	95
P ₆₀ K ₉₀	42,1	2,96	0,70	2,50	125	29,5	105
НСП ₀₅	1,4-6,8	-	-	-	-	-	-
Корневые остатки**							
Контроль	90,7	1,73	0,58	1,05	157	52,6	95,2
Навоз 50 т/га	101,0	1,84	0,54	1,02	186	54,5	103
Навоз 50 т/га + P ₆₀ K ₉₀	144,0	2,26	0,69	1,24	325	99,4	179
P ₃₀ K ₆₀	118,0	2,15	0,75	1,22	254	88,5	144
P ₆₀ K ₉₀	132,0	2,29	0,77	1,28	302	102	169
НСП ₀₅	12,2	-	-	-	-	-	-

* В среднем за пять лет использования (1998-2002 гг.).

** Данные за шестой год жизни (2002 г.).

В итоге, с урожаем биомассы семенного травостоя и отавы галеги восточной, в контрольном варианте (без внесения удобрений), посевами потреблялось в среднем азота 230 кг/га, фосфора – 69 кг/га и калия – 180 кг/га. При применении органических, фосфорных и калийных удобрений общий вынос элементов питания увеличился на 8,7-57,2%. Следовательно, вынос фосфора и калия превышал их поступление с минеральными удобрениями. Вместе с тем, с 50 т/га навоза было внесено азота 225 кг, фосфора – 115 кг, калия – 250 кг (в расчете использованы средние показатели содержания элементов питания в подстилочном навозе по В.Д. Панникову [1]). Однако, навоз является медленнодействующим удобрением и его действие проявляется и в последующие годы.

Согласно Н.А. Сапожникову и М.Ф. Корнилову [2], длительность действия навоза на супесчаных почвах с удовлетворительным водно-воздушным режимом ощущается три года. При этом действие по годам составляет: в первый год 60%, второй – 30, третий – 10% от суммарного действия.

Как указывают В.Д. Панников и В.Г. Минеев [3], растения способны усваивать не только подвижные, но и труднодоступные формы фосфора из почвы. При этом, интенсивные культуры способны использовать 30-40% обменного калия, а на легких почвах его использование примерно на 10% выше, чем на связанных. Согласно О.Г. Ониани [4], вынос калия растениями может в 1,5-2 раза превышать содержание его в обменной форме. При нарушении равновесия в почве между обменным и необменным (фиксированным) калием, например, при потреблении обменной формы растениями, оно восстанавливается.

Таким образом, можно предположить, что галега восточная эффективно использовала почвенные запасы фосфора и калия, а азот потребляла как из почвы, так и за счет симбиотической азотфиксации.

Применение удобрений не только стимулирует продуктивность многолетних трав, но и увеличивает накопление корневой массы. В опытах И.А. Цивенко [5], на второй год пользования клеверо-тимофеечным травостоем без применения удобрений, в почве оставалось 17,0 ц/га сухого вещества корней. Применение навоза, азотных, фосфорных и калийных удобрений увеличивало корневую массу до 75,8 ц/га. По данным П.И. Никончика [6], клевер луговой на среднекультурных дерново-подзолистых почвах без внесения фосфорных и калийных удобрений формирует 66,6 ц/га сухого вещества надземной массы, а в почве накапливается 39,5 ц/га сухого вещества растительных остатков. Применение удобрений увеличивает урожайность сухого вещества на 42,8%, накопление растительных остатков – на 32,2%.

Наши исследования также выявили существенное влияние удобрений на накопление корневой массы галеги восточной. При внесении навоза под закладку семенного травостоя, к концу вегетации шестого года жизни в пахотном слое почвы накопилось 101 ц/га сухого вещества корней, что было на уровне контроля. Максимальное количество сухого вещества корней образовалось в вариантах с внесением $P_{60}K_{90}$. В почве накопилось на 31,0-53,3 ц/га сухого вещества больше, чем в вариантах без внесения минеральных удобрений.

По мнению Н.А. Сапожникова и М.Ф. Корнилова [2], поглощающая деятельность корневой системы усиливается в результате применения удобрений, причем последние могут действовать двояко: как источник непосредственного обеспечения растений элементами питания, и как фактор, усиливающий использование растениями элементов питания самой почвы. Следовательно, в вариантах с внесением $P_{60}K_{90}$ корневая система более эффективно поглощала элементы питания из почвы, что объясняет высокий вынос с урожаем.

Таким образом, фосфорные и калийные удобрения усиливали развитие корневой системы галеги восточной, что в конечном итоге влияло на продуктивность травостоев. На шестой год жизни в корневой массе накапливалось азота 253-325кг/га, фосфора – 88,5-102 кг/га и калия –144-179 кг/га, что в 1,4-2,1 раза больше, чем без применения ежегодной подкормки.

ВЫВОДЫ

1. Изучаемые бобовые культуры требовательны к условиям питания. С их урожаем выносятся до 394 кг/га азота, 97 кг/га фосфора, 341 кг/га калия. После пяти лет использования травостоев лядвенца рогатого и люцерны посевной остается 61,8 и 73,7 ц/га корневой массы соответственно. Галега восточная в этот период сохраняет высокую продуктивность. После нее остается до 136 ц/га корневой массы, содержащей до 298 кг/га азота.

2. Галега восточная эффективно использует элементы питания из почвенных запасов. С 1 т сухого вещества соломы выносятся азота 18,5-19,6 кг, фосфора – 5,3-6,0 кг и калия – 13,6-16,6 кг, а с 1 т сухого вещества отавы 27,1-30,4 кг, 7,0-7,7 и 24,8-26,0 кг соответственно.

3. Применение навоза, фосфорных и калийных удобрений усиливает развитие корневой системы галеги восточной. К окончанию вегетационного периода шестого года жизни наибольшей массой корней отличаются варианты с внесением $P_{60}K_{90}$ совместно с навозом и без него. В них содержится азота 302-325 кг/га, фосфора – 99,4-102 кг/га и калия – 169-179 кг/га.

ЛИТЕРАТУРА

1. Панников, В.Д. Почвы, удобрения и урожай / В.Д. Панников. – М.: Колос, 1964. – 336 с.
2. Сапожников, Н.А. Научные основы системы удобрений в Нечерноземной полосе / Н.А. Сапожников, М.Ф.Корнилов. – Л.: Колос, 1977. – 296 с.
3. Панников, В.Д., Почва, климат, удобрение и урожай / В.Д. Панников, В.Г.Минеев. – М.: Агропромиздат, 1987. – 512 с.
4. Ониани, О.Г. Агрохимия калия / О.Г. Ониани. – М.: Наука, 1981. – 200 с.
5. Цивенко, И.А. Севообороты в Нечерноземной полосе / И.А. Цивенко. – М.: Сельхозгиз, 1960. – 155 с.
6. Никончик, П.И. Интенсивное использование пашни / П.И. Никончик. – Мн.: Ураджай, 1995. – 192 с.

INFLUENCE OF FERTILIZINGS ON CARRYING OUT OF NUTRIENT AND ROOT RESIDUAL ACCUMULATION IN SOIL OF GALEGA ORIENTALIS

A.A. Borovik, U.A. Radaunia, A.V. Aljapkin

Summary

In the conditions of sandy clay soils is studied fodder productivity and the root residual of fabaceous grasses – Galega orientalis, Medicago sativa, Lotus corniculatus. Productivity of dry matter Galega orientalis on the average for 5 years of use has formed 13,3 t/hectares. By VI year of life in soil there were 13,6 t/hectares of dry matter of the root residual. In the greatest mass of roots differ variants with addition $P_{60}K_{90}$ together with dung and without it. 302-325 kg/hectares of nitrogen contains in the root residual, 99,4-102 kg/hectares of phosphorus and 169-179 kg/hectares of potassium.

Поступила 15 апреля 2011 г.