

7. Церлинг, В.В. Диагностика питания сельскохозяйственных культур / В.В. Церлинг. – Агропромиздат, 1990. – 235 с.

INFLUENCE OF INTENSIFICATION FACTORS ON DYNAMICS OF NUTRITION ELEMENT CONTENT IN PEA PLANTS USING DIFFERENT CULTIVATION TECHNOLOGIES

V.F. Kaminsky, S.P. Dvoretzkaya, T.M. Ryabokon

The research results on the study of the dynamics of the content of main nutrients in pea plants during the growing season depending on the factors of intensification are presented in the article.

УДК 633.37:631.811:631.5

**ВЫНОС ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ
И НАКОПЛЕНИЕ КОРНЕВОЙ МАССЫ
ГАЛЕГИ ВОСТОЧНОЙ В ЗАВИСИМОСТИ
ОТ ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ**

П.Т. Пикун¹, А.А. Боровик², кандидаты с.-х. наук

¹Полесский институт растениеводства,

²Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию

(Поступила 30.09.2014 г.)

Аннотация: В статье приводятся данные о влиянии органических и фосфорно-калийных удобрений на вынос с урожаем и накопление элементов питания в почве при возделывании галеги восточной на семена. Показано, что наибольшим выносом и накоплением элементов питания в почве характеризуются варианты с внесением 50 т/га подстилочного навоза и фосфорно-калийных удобрений в дозе $P_{60}K_{90}$. Наибольшая урожайность семян отмечена как при внесении 50 т/га навоза и ежегодном внесении $P_{60}K_{90}$, так и при внесении только $P_{60}K_{90}$. Однако на связно-супесчаных почвах Полесской зоны Беларуси в условиях достаточного увлажнения отмечено полежание семенных травостоев при внесении под закладку семенника 50 т/га навоза и ежегодном внесении $P_{60}K_{90}$.

Введение. Основное условие высокопродуктивного производства растениеводческой продукции – адаптация элементов системы земледелия к почвенно-климатическим факторам, а также решение проблем воспроизводства плодородия почв.

Одним из факторов существования агроэкосистемы является наличие азота. Основным источником его поступления – удобрения. Альтернативной формой поступления этого элемента могут быть посевы однолетних и многолетних бобовых трав. Развитие полевого травосеяния, вплоть до введения в систему полевых севооборотов пастбищных угодий с определенной продолжительностью их роста и развития, должно стать приоритетным и стратегическим. Это позволит существенно снизить затраты на производство объемистых кормов, т.к. полевые земли будут обладать более высоким плодородием и пополнять почву свежим органическим веществом.

Многолетние бобовые травы способны больше других культур обогащать почву органическим веществом и азотом, улучшать физические свойства почвы, в особенности ее структуру, а в конечном итоге – повышать плодородие. В литературе имеются 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 использовании бобово-злаковых травостоев один-два года с последующей запашкой пласта повышение содержания гумуса в почве отмечается в течение двух-трех лет, общего азота – один год, фосфора и калия – три-четыре года.

Согласно статистике в республике из многолетних бобовых трав на пашне наиболее распространен клевер луговой – 162 тыс. га. Площади под люцерной за последние пять лет увеличились с 47,4 до 99,3 тыс. га. В последние годы возрос интерес к такой высокопродуктивной и долголетней бобовой культуре, как галега восточная. В 2014 г. в республике насчитывалось 1,3 тыс. га этой культуры. Размещена она в основном на выводных полях, т.к. продуктивное долголетие этой культуры превышает десятилетний период.

Условия и методика. В наших исследованиях сравнивалась продуктивность галеги восточной с люцерной посевной и лядвенцем рогатым в среднем за пять лет пользования травостоем, вынос с урожаем элементов питания и накопление корневых остатков в почве в конце периода продуктивного долголетия люцерны посевной (6-й год жизни). Опыты проводились в Полесском институте растениеводства. Почва опытного участка дерново-подзолистая супесчаная, подстилаемая с глубины 1,4 м моренным суглинком. Агрохимическая характеристика почвы: гумус 1,6%, подвижные формы P_2O_5 – 209, обменные K_2O – 187 мг/кг почвы. Объектом исследований являлись галега восточная сорта Полесская, люцерна посевная сорта Превосходная, лядвенец рогатый

сорта Мозырянин, высеянные беспокровно в 1997 г. Срок эксплуатации травостоев – пять лет (1998-2002 гг.).

Результаты и обсуждение. Учитывая, что под многолетние бобовые травы не вносились азотные удобрения, галегу и люцерну можно охарактеризовать как культуры, способные максимально использовать свою азотфиксирующую способность в условиях супесчаных почв Полесской зоны для создания высокого потенциала урожая (таблица 1). В силу своих биологических особенностей лядвенец отличался меньшим выносом азота (на 40,6-41,4%), чем галега и люцерна.

Таблица 1 – Продуктивность многолетних бобовых трав, содержание в сухом веществе элементов питания, их вынос с урожаем и накопление в почве (среднее за 1998-2002 гг.)

Культура	Сухое вещест- во, ц/га	Содержание элементов питания, %			Вынос, накопление элементов питания, кг/га		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Надземная масса							
Галега восточная	133	2,97	0,73	257	394	97,0	341
Люцерна посевная	133	2,92	0,73	2,52	389	97,0	336
Лядвенец рогатый	82,8	2,79	0,72	2,63	231	60,0	218
Корневые остатки							
Галега восточная	136	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

Как высокопродуктивные культуры, галега и люцерна также выносили с урожаем большое количество фосфора и калия, что подтверждает их требовательность к содержанию этих элементов в почве. Эти культуры превышали лядвенец по выносу фосфора на 61,7%, калия – на 54,1-56,4%. В целом же все бобовые культуры выносили значительное количество калия. В наших исследованиях фосфорно-калийные удобрения вносились общим фоном P₆₀K₉₀. 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.

К концу шестого вегетационного периода 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 продуктивность последних снижалась. Следует отметить, что в корнях люцерны было наименьшее содержание азота. Объясняется это тем, что в острозасушливый 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 лядвенца, т.к. в его травостое преобладали несеянные злаковые травы.

Немаловажное значение с практической точки зрения имеет сравнение бобовых трав в эквивалентном соотношении вносимых органических удобрений. Согласно В.Д. Панникову [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 67 т/га навоза, люцерны – 36 т/га, лядвенца – 30 т/га. Содержание азота в корневых и пожнивных остатках эквивалентно 66, 29 и 30 т/га навоза, фосфора – 45, 16 и 13 т/га, калия – 38, 22 и 15 т/га соответственно. 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 в наших опытах результаты показали, что содержание азота в сухом веществе семенного травостоя составило в среднем за 1998-2002 гг. в контроле 1,85%, в вариантах с удобрениями – 1,91-1,96%. Существенных различий в содержании азота от применяемых удобрений не установлено (таблица 2). Однако ежегодное внесение фосфорно-калийных удобрений увеличивало содержание азота в сухом веществе отавы на 0,25-0,33%. 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 существенного 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 0,27-0,30% по сравнению

Таблица 2 – Продуктивность галеги восточной, содержание в сухом веществе элементов питания, их вынос с урожаем и накопление в почве в зависимости от удобрений (среднее за 1998-2002 гг.)

Вариант	Сухое вещество, ц/га	Содержание эле- ментов 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	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
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
Корневые остатки							
Контроль	90,7	1,73	0,58	1,05	157	52,6	95,2
Навоз, 50 т/га	101	1,84	0,54	1,02	186	54,5	103
Навоз, 50 т/га + P ₆₀ K ₉₀	144	2,26	0,69	1,24	325	99,4	179
P ₃₀ K ₆₀	118	2,15	0,75	1,22	254	88,5	144
P ₆₀ K ₉₀	132	2,29	0,77	1,28	302	102	169

НСР₀₅

12,2

с вариантами без внесения минеральных удобрений. При внесении P₃₀K₆₀ содержание калия находилось на уровне контроля. Отава галеги восточной отличалась высоким содержанием изучаемых элементов питания, но увеличение доз внесения минеральных удобрений не приводило к повышению содержания в ней калия.

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 раза. 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 больше азота на 61 кг, фосфора – на 13,5 кг и калия – на 66 кг. С урожаем отавы выносилось соответственно больше азота на 42-52 кг, фосфора – на 6 кг и калия – на 29 кг по сравнению с контролем.

В итоге с урожаем биомассы семенного травостоя и отавы галеги восточной в контрольном варианте (без внесения удобрений) из почвы в среднем выносилось 216 кг/га азота, 69 кг/га фосфора и 176 кг/га калия. При применении органических и фосфорно-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 225 кг азота, 115 кг фосфора, 250 кг калия (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%, во второй – 30, в 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 связных. 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 обменным (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 и фосфорно-ка-

лийных удобрений увеличивало корневую массу до 75,8 ц/га. По данным П.И. Никончика [6] клевер луговой на среднекультуренной дерново-подзолистой почве без внесения фосфорно-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 31,0-41,3 ц/га сухого вещества корней больше, чем в вариантах без внесения минеральных удобрений.

По мнению Н.А. Сапожникова и М.Ф. Корнилова [7] 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 их высокий вынос с урожаем.

Таким образом, фосфорно-калийные удобрения усиливали развитие корневой системы галеги восточной, что в конечном итоге влияло на продуктивность травостоев. На шестой год жизни в корневой массе накапливалось 254-302 кг/га азота, 88,5-102 кг/га фосфора и 144-169 кг/га калия, что в 1,4-2,1 раза больше, чем без применения ежегодной подкормки. В среднем за пять лет пользования семенным травостоем урожайность семян галеги восточной составила: контроль – 252 кг/га; навоз, 50 т/га – 338; навоз, 50 т/га + $P_{60}K_{90}$ – 376; $P_{30}K_{60}$ – 345; $P_{60}K_{90}$ – 358 кг/га [8]. В первые два года пользования семенными посевами галеги восточной не отмечено существенных изменений густоты стеблестоя. На третий год пользования наблюдалось увеличение густоты стеблестоя в вариантах с ежегодной минеральной подкормкой, снижение ее в контроле и в варианте с навозом под закладку травостоя. Из этого следует, что на третий год пользования органические удобрения не оказывали влияния на развитие семенного травостоя, и галега начинала изреживаться. В вариантах с ежегодной подкормкой фосфором и калием количество стеблей галеги было выше на 19,5-23,9%, чем в контроле, и на 8,0-11,9% больше, чем в варианте с внесением одного навоза перед закладкой опыта.

Следует отметить, что варианты с применением фосфорно-калийных удобрений в дозе $P_{60}K_{90}$ с навозом и без него склонны к полеганию, что затрудняет уборку семенного травостоя.

Выводы

1. Галега восточная, люцерна посевная и лядвенец рогатый требовательны к условиям питания. С их урожаем выносятся 231-394 кг/га азота, 60-97 кг/га фосфора, 218-341 кг/га калия. После пяти лет использования травостоев лядвенца рогатого и люцерны посевной в почве остается соответственно 61,8 и 73,7 ц/га корневой массы. Галега восточная в этот период сохраняет высокую продуктивность и оставляет в почве 136 ц/га корневой массы, содержащей 298 кг/га азота.

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

3. Применение навоза и фосфорно-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 302-325 кг/га азота, 99,4-102 кг/га фосфора и 169-179 кг/га калия.

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.
7. Сапожников, Н.А. Научные основы системы удобрений в Нечерноземной полосе / Н.А. Сапожников, М.Ф. Корнилов. – Л.: Колос, 1977. – 296 с.

8. Галега восточная и ее возможности / П.Т. Пикун [и др.]; под общ. ред. П.Т. Пикун. – Минск: Беларус. навука, 2011. – 193 с.

**REMOVAL OF NUTRITION ELEMENTS AND ACCUMULATION OF
ROOT WEIGHT OF EASTERN GALEGA DEPENDING ON FERTILIZERS
APPLIED**

P.T. Pikun, A.A. Borovik

The data on the influence of organic and phosphate-potassium fertilizers on yield removal and accumulation of plant nutrition elements in soil by eastern galega cultivated for seeds are presented in the article. It is shown that the highest removal and the accumulation of plant nutrition elements are provided by the application of 50 t manure per hectare and phosphate-potassium fertilizers in the dose of $P_{60}K_{90}$. At the end of the vegetation period of the sixth year, the content of nitrogen in a plough layer was 302-325 kg/ha, phosphorus and potassium contents were 99.4-102 and 169-179 kg/ha, respectively. However, on cohesive sandy loam soils of Polesje zone of Belarus under the conditions of sufficient moisture, lodging of seed grass stands is marked at the application of 50 t manure per hectare before seed plot establishment and annual use of $P_{60}K_{90}$.

УДК 638.853.494:631.53

**ОПТИМИЗАЦИЯ НОРМЫ ВЫСЕВА СЕМЯН
И ГУСТОТЫ СТОЯНИЯ РАСТЕНИЙ
ОЗИМОГО РАПСА**

А.А. Бородько, аспирант,

Я.Э. Пилюк, Т.Н. Лукашевич, кандидаты с.-х. наук

Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию

(Поступила 3.12.2014 г.)

Аннотация. Приведены результаты исследований за 2012-2014 гг. по изучению влияния норм высева семян озимого рапса сорта Лидер, гибридов Днепр F₁ и Вектра F₁ на перезимовку, густоту стояния и урожайность. Установлено, что в условиях центральной части Беларуси оптимальной нормой высева семян сорта Лидер является 0,8-1,0, гибрида Днепр F₁ – 0,6-0,8 млн/га, гибрида Вектра F₁ – 0,6-0,9 млн/га. Увеличение нормы высева до 1,2 млн/га, также как снижение до 0,3 млн/га, приводит к уменьшению урожайности маслосемян сорта и гибридов.

Введение. Оптимизация нормы высева семян и связанной с ней площади питания – один из основных вопросов в технологии возделыва-