

ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОЛОМЫ В ПОЛЕВОМ СЕВООБОРОТЕ С УЗКОЛИСТНЫМ ЛЮПИНОМ НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ СУПЕСЧАНОЙ ПОЧВЕ

Т.Ю. Анисимова

Всероссийский научно-исследовательский институт органических удобрений и торфа, г. Владимир, Россия

ВВЕДЕНИЕ

Влияние соломы как удобрения на круговорот питательных веществ и урожайность может осуществляться двумя путями: во-первых, имеющиеся в соломе и освобождающиеся в результате минерализации питательные вещества могут непосредственно повышать их запас в почве и потребляться растениями; во-вторых, благодаря процессам разложения вследствие усиливающейся микробиологической активности может изменяться доступность питательных веществ почвы для растений [2, 3]. Коэффициенты использования элементов питания, входящих в состав растительных остатков (кроме азота), обычно в 3–4 раза выше, чем из минеральных удобрений или из запасов подвижных элементов в почве [5].

Особенностью бобовых культур является их способность частично удовлетворять потребность в азоте за счет симбиотической фиксации его клубеньковыми бактериями из атмосферы [1]. По оценкам Е.П. Трепачева (1999), за счет азота атмосферы формируется от 30 до 80% урожая бобовых. Размеры отчуждения азота почвы зависят от коэффициента симбиотической азотфиксации. Чем он больше, тем меньше доля отчуждаемого азота из почвы и наоборот.

Для каждой бобовой культуры определяется свой коэффициент азотфиксации в данных конкретных условиях. Наиболее простым и удовлетворительным методом применительно к полевым условиям может служить метод сравнения бобовых и злаковых растений по содержанию в них азота в расчете на единицу площади [4].

Целью наших исследований было усовершенствование технологии использования соломы под узколиственный люпин в полевом севообороте.

МЕТОДЫ И ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводили на дерново-подзолистой супесчаной почве опытного поля ВНИИОУ в звене севооборота: озимая пшеница – узколиственный люпин на зерно – картофель – ячмень. Агрохимическая характеристика пахотного слоя почвы: гумус – 1,36%; pH_{KCl} – 5,1; H_f – 1,64; содержание подвижных форм фосфора и калия (по Кирсанову) – 105 и 137 мг/кг почвы.

Под картофель и ячмень минеральные удобрения не вносили, под люпин запахивали стерню и солому озимой пшеницы по следующей схеме:

2. Плодородие почв и применение удобрений

1. Стерня: запашка осенью (контроль);
2. Стерня: дискование, запашка осенью;
3. Стерня + солома: запашка осенью;
4. Стерня + солома: дискование, запашка осенью;
5. Стерня + солома: дискование, запашка весной.

Масса запаханной соломы в среднем составила 4,8 т/га, стерни и корней – 2,7 т/га. С соломой в почву поступило 19,8 кг азота, 10,4 кг фосфора и 48,5 кг калия на 1 га, со стерней и корнями – 8,5 кг, 4,7 и 19,5 кг соответственно (табл. 1). Чтобы более рельефно оценить эффективность соломы под люпин и ее последствие совместно с люпином на картофеле и ячмене, урожайность зерна озимой пшеницы при расчетах не учитывали.

Таким образом, в почву вариантов 1 и 2 со стерней и корнями поступило в среднем 33 кг/га NPK, а в 3–5 вариантах с соломой, стерней и корнями – 111 кг/га NPK.

Таблица 1

Агрохимическая характеристика растительных остатков озимой пшеницы (среднее за 3 года)

Вид	Масса воздушно-сухого органического вещества, т/га	Содержание элементов питания в сухом веществе, %				
		C	N	C:N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Солома	4,24	47,6	0,47	102	0,25	1,14
Стерня и корни	2,03	47,7	0,43	113	0,23	0,95

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Исследования показали, что при удобрении соломой повышается коэффициент азотфиксации (табл. 2). Общий вынос азота и вынос его из атмосферы по фону соломы значительно возрастают. Так, общий вынос азота в вариантах с соломой в зависимости от способа и срока заделки возрос на 31–69% по сравнению с контролем, вынос азота из атмосферы – на 48–107%. На величину выноса люпином азота из почвы удобрение соломой влияния практически не оказало.

Технологические приемы использования соломы на удобрение отразились на продуктивности звена севооборота (табл. 3).

Осенняя запашка незадискованной соломы была наиболее эффективной, продуктивность звена севооборота в этом варианте увеличилась на 23,1% по сравнению с контролем. Дискование соломы при осенней запашке увеличило продуктивность звена севооборота на 18,6%, при весенней – на 21,1%. Анализ экономической и энергетической эффективности от применения соломы под узколиственный люпин в звене севооборота показал, что уровень рентабельности выращивания культур при использовании соломы на удобрение повысился на 41,8–58,7%, коэффициент энергетической эффективности в вариантах с соломой увеличился на 15,0–21,5%.

Таблица 2

Влияние способов и сроков заделки соломы на содержание общего азота в биомассе люпина, коэффициенты азотфиксации и размеры потребления азота растениями люпина (в среднем за 3 года)

Вариант	Общий вынос N, кг/га	Вынос N из почвы, кг/га	Потребление N из атмосферы, кг/га	Коэффициент азотфиксации
Стерня: запашка осенью (контроль)	80,9	28,3	52,6	0,65
Стерня: дискование, запашка осенью	87,5	28,4	59,1	0,66
Стерня + солома: запашка осенью	106,0	27,9	78,1	0,74
Стерня + солома: дискование, запашка осенью	118,0	28,1	89,9	0,77
Стерня + солома: дискование, запашка весной	137,0	28,0	109,0	0,80

Таблица 3

Эффективность применения соломы в звене севооборота с люпином

Вариант	Сбор з.е. товарной продукции, ц/га	Прибавка		Уровень рентабельности, %	Коэффициент энергетической эффективности, %
		ц/га з.е.	%		
Стерня: запашка осенью (контроль)	79,8	–	–	154,2	2,40
Стерня: дискование, запашка осенью	83,9	4,1	5,1	160,8	2,51
Стерня + солома: запашка осенью	98,2	18,4	23,1	213,8	2,99
Стерня + солома: дискование, запашка осенью	94,5	14,7	18,6	200,9	2,83
Стерня + солома: дискование, запашка весной	96,6	16,8	21,1	199,1	2,86
НСР ₀₅	10,8				

2. Плодородие почв и применение удобрений

Вынос NPK из почвы на 1 т основной продукции, с учетом побочной, определенный лабораторным анализом, показал, что потребление люпином азота (с вычетом симбиотического) в вариантах без соломы в среднем было выше на 19,4% (табл. 4). Вынос же фосфора и калия оказался выше в вариантах с соломой. Потребление фосфора при внесении соломы было больше на 15,7–29,8%, а калия – на 16,2–31,5%.

Таблица 4

Суммарный баланс NPK в звене севооборота с люпином, картофелем и ячменем

Вариант	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Поступило с соломой и симбиотическим азотом, кг/га			
Стерня: запашка осенью (контроль)	61,1	4,7	19,5
Стерня: дискование, запашка осенью	67,6	4,7	19,5
Стерня + солома: запашка осенью	106,4	15,6	68,0
Стерня + солома: дискование, запашка осенью	118,2	15,6	68,0
Стерня + солома: дискование, запашка весной	137,3	15,6	68,0
Вынос из почвы урожаями трех культур, кг/га			
Стерня: запашка осенью (контроль)	96,9	67,1	150,0
Стерня: дискование, запашка осенью	106,5	67,1	151,0
Стерня + солома: запашка осенью	132,3	88,3	204,1
Стерня + солома: дискование, запашка осенью	116,0	82,5	182,2
Стерня + солома: дискование, запашка весной	90,9	89,5	188,0

Таким образом, внесение соломы под люпин обедняет его азотом и, соответственно, белком, увеличивая содержание фосфора и калия. Азот, «предназначенный» люпину, расходуется микробиотой почвы при минерализации соломы. Вместе с тем в ходе разложения соломы улучшается питание люпина калием и фосфором, что способствует их накоплению в урожае.

В последствии на картофеле и ячмене внесение соломы под люпин не влияло на величину выноса элементов питания единицей продукции. В среднем по пяти вариантам опыта зернобобовая культура – люпин узколистый отличалась от зерновой культуры – ячменя втрое меньшим расходом почвенного азота, в 1,6 раза – калия на единицу продукции, что подчеркивает ресурсосберегающую роль люпина в севообороте.

В таблице 5 показано соотношение трех основных элементов питания, потребленных люпином, картофелем и ячменем из почвы в звене севооборота. Если по всем культурам принять содержание азота за единицу, то по фосфору для люпина оно составит 1,1, картофеля – 0,7 и ячменя – 0,4. По калию – 1,8; 1,7; 1,1 соответственно.

Таблица 5

**Соотношение элементов питания, потребленных культурами
в звене севооборота**

Вариант	Люпин на зерно N:P ₂ O ₅ :K ₂ O	Картофель N:P ₂ O ₅ :K ₂ O	Ячмень N:P ₂ O ₅ :K ₂ O
Стерня: запашка осенью (контроль)	1:0,9:1,5	1:0,8:2,0	1:0,4:1,07
Стерня: дискование, запашка осенью	1:0,8:1,4	1:0,7:1,7	1:0,4:1,07
Стерня + солома: запашка осенью	1:1,2:2,0	1:0,7:1,7	1:0,4:1,06
Стерня + солома: дискование, запашка осенью	1:1,2:2,0	1:0,6:1,7	1:0,4:1,09
Стерня + солома: дискование, запашка весной	1:1,2:2,6	1:0,6:1,4	1:0,4:1,08
В среднем по вариантам	1:1,1:1,8	1:0,7:1,7	1:0,4:1,08

При определении фактического выноса NPK каждой культурой в среднем за 3 года в звене севооборота показано: картофель после люпина потребляет питательных веществ в 1,2–1,6 раза больше люпина и в 1,5–2 раза больше ячменя, следующего за ним. При запашке задискованной соломы весной под люпин обеспечивалось лучшее ее использование люпином при отсутствии последствия на ячмене.

Суммарный вынос NPK по трем культурам в вариантах с соломой оказался на 17,5–36,2% выше, чем на контроле.

Если сопоставить суммарное содержание элементов питания в урожае люпина и картофеля, включая фиксированный люпином азот воздуха, то получаются довольно близкие результаты. Однако источники азота для этих культур разные: большая часть его люпином получена из воздуха, а пропашной культурой – картофелем – из почвы, корне-поживных остатков и экссудатов люпина. Как компонент севооборота люпин – ресурсосберегающая культура, картофель же – потребляющая. Преимущество люпина перед картофелем и ячменем – его способность положительно реагировать на внесение соломы без применения азотных удобрений.

2. Плодородие почв и применение удобрений

Таблица 6

Состояние баланса (кг/га) и его интенсивность (%)

Вариант	N		P ₂ O ₅		K ₂ O	
	баланс	интенсивность	баланс	интенсивность	баланс	интенсивность
Стерня: запашка осенью (контроль)	-35,8	63,1	-62,1	7,0	-130,5	13,0
Стерня: дискование, запашка осенью	-38,9	63,5	-62,4	7,0	-131,5	12,9
Стерня + солома: запашка осенью	-25,9	80,4	-72,7	17,7	-136,1	33,3
Стерня + солома: дискование, запашка осенью	+2,2	101,9	-66,9	18,9	114,2	37,3
Стерня + солома: дискование, запашка весной	+46,4	151,0	-73,9	17,4	120,0	36,2

Таблица 7

Коэффициенты использования элементов питания, %

Вариант	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Стерня: запашка осенью (контроль)	–	–	–
Стерня: дискование, запашка осенью	14,2	0	5,0
Стерня + солома: запашка осенью	33,2	136,0	54,1
Стерня + солома: дискование, запашка осенью	16,1	98,7	56,1
Стерня + солома: дискование, запашка весной	4,0	144,0	55,9

Анализируя данные таблиц 6 и 7, можно сделать следующие выводы:

- баланс азота в звене севооборота с люпином, удобрённым соломой, положительный только при её предварительном дисковании перед запашкой. При этом снижался коэффициент использования азота из соломы и почвы за счёт увеличения доли симбиотического азота;
- баланс фосфора и калия глубоко дефицитный по всем вариантам опыта;
- сочетание люпина с соломой обеспечивает увеличение выноса фосфора за ротацию на величину, близкую содержанию фосфора в соломе;

- введение соломы в звено севооборота с люпином сберегает ресурсы почвенного калия в количестве, поступающем с соломой;
- за трехлетнюю ротацию при использовании соломы под люпин возрастает интенсивность баланса по азоту на 17,3–87,9%, по фосфору – на 10,9–11,9%, по калию – на 20,3–24,3%;
- по соломе возрастают коэффициенты использования фосфора и калия из почвы и соломы.

ВЫВОДЫ

В результате проведения исследований выявлена высокая агроэкономическая, агрохимическая, ресурсовосстанавливающая и энергосберегающая эффективность совместного использования узколистного люпина и соломы озимой пшеницы в звене зернопропашного севооборота на дерново-подзолистой супесчаной почве. Применение соломы под узколистный люпин в звене севооборота было экономически и энергетически выгодно. Наиболее эффективна была осенняя запашка соломы без применения дискования.

Люпин отличался от зерновой культуры – ячменя втрое меньшим расходом почвенного азота и в 1,6 раза – калия на единицу продукции, что подчеркивает ресурсосберегающую роль люпина в севообороте. Суммарный вынос NPK по трем культурам (узколистный люпин – картофель – ячмень) в вариантах с соломой выше на 17,5–36,2% по сравнению с контролем, что связано с повышением урожайности культур. Баланс азота в звене севооборота с люпином, удобрённым соломой, положительный только при ее предварительном дисковании перед запашкой (от 2,2 до 46,4 кг/га). При этом снижался коэффициент использования азота из почвы и соломы за счет увеличения доли и преобладания симбиотического азота в урожае люпина. Вместе с тем люпин и солома не возмещают вынос фосфора и калия с урожаем. Баланс по этим двум элементам отрицательный и требует интенсивного использования минеральных и органических удобрений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кожемяков, А.П. Приемы повышения продуктивности азотфиксации и урожая бобовых культур / А.П. Кожемяков // Биологический азот в сельском хозяйстве. – М.: Наука, 1989. – С. 15–26.
2. Кольбе, Г. Солома как удобрение / Г. Кольбе, Г. Штумпе. – М.: Колос, 1972. – 75 с.
3. Найдин, П.Г. Удобрение зерновых и зернобобовых культур / П.Г. Найдин. – М.: Сельхозгиз, 1963. – 263 с.
4. Трепачев, Е.П. Агрохимический аспекты биологического азота в современном земледелии / Е.П. Трепачев. – М., 1999. – 498 с.
5. Роль растительных остатков в обеспечении растений зольными элементами на подзолистых почвах / А.Д. Фокин [и др.] // Почвоведение. – 1979. – № 6. – С. 53–61.

FEATURES OF STRAW USE AND BLUE LUPINE IN THE FIELD CROP ROTATION ON SOD-PODZOLIC SANDY SOIL

T.Yu. Anisimova

Summary

In field experiences on sod-podzolic sandy soil of Meshchersky lowland high agroeconomic efficiency of an adaptive link of a crop rotation with blue lupine, grown up on grain, a potato and barley is established at entering under lupine winter wheat straw. Straw in a combination with symbiotic nitrogen-fixing crop (lupine) has proved to be effective resource regenerative the factor and a perspective reserve of reproduction soils fertility without participation of nitrogen of mineral fertilizers.

Поступила 20.02.14

УДК 631.86:632.118.3:633.1

ВЛИЯНИЕ БАКТЕРИАЛЬНОГО УДОБРЕНИЯ АЗОБАКТЕРИИ НА УРОЖАЙНОСТЬ МНОГОЛЕТНИХ ЗЛАКОВЫХ ТРАВ, КАЧЕСТВО И АККУМУЛЯЦИЮ РАДИОНУКЛИДОВ ^{137}Cs и ^{90}Sr

Н.А. Михайловская¹, Т.Б. Барашенко¹, С.В. Дюсова¹, П.Т. Пикун², Г.В. Жила²

¹Институт почвоведения и агрохимии, г. Минск, Беларусь

²Полесский филиал РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию», Беларусь

ВВЕДЕНИЕ

В сельскохозяйственном производстве Беларуси используется 998,7 тыс. га почв, загрязненных ^{137}Cs в пределах 37–1480 кБк/м². Около 345,4 тыс. га почв республики одновременно загрязнено ^{90}Sr в пределах 5,5–111 кБк/м². На загрязненных радионуклидами почвах возделываются и многолетние травы, которые отличаются способностью интенсивнее аккумулировать радионуклиды по сравнению с другими сельскохозяйственными культурами. В связи с этим загрязнение кормовой продукции может быть значительным. Загрязнение кормов представляет особую опасность, так как радионуклиды по пищевой цепочке поступают в молоко [1, 2].

В настоящее время благодаря комплексу защитных мероприятий, проведенных на загрязненной территории, решены первоочередные задачи производства нормативно чистых продуктов питания. В результате защитных мер, а также природных процессов распада, сорбции и миграции радионуклидов переход ^{137}Cs по пищевым цепям снизился более чем на порядок, а ^{90}Sr – в 3 раза. Однако