

ПОТОКИ И БАЛАНС АЗОТА УДОБРЕНИЯ И АЗОТА ПОЧВЫ В УСЛОВИЯХ СЕВООБОРОТА НА ЭРОДИРОВАННОЙ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЕ (ИССЛЕДОВАНИЯ С ^{15}N)

Сообщение 5. Многолетние бобово-злаковые травы второго года жизни

Н.Я. Шмырева, к.б.н., А.А. Завалин, акад. РАН, О.А. Соколов, д.б.н.,
ФГБНУ «ВНИИ агрохимии»

Показано, что в условиях длительного применения азотных удобрений, меченых ^{15}N (5-польный севооборот, три ротации, дерново-подзолистая почва, склон юго-восточной экспозиции) многолетние бобово-злаковые травы 2-го г. ж. потребляли больше азота (удобрения, почвы, симбиотического) на всех элементах склона при локальном и разбросном способах применения удобрений в 3-й ротации. Наиболее интенсивно травы 2-го года жизни потребляли азот почвы (его доля в общем выносе азота составила 38-61%). Использование травянистого азота удобрения в нижней части склона снижается в 1,4-1,5 раза, а его иммобилизация в почве – в 1,1-1,3 раза, тогда как газообразные потери азота растут в 1,6-3,0 раза по сравнению с приводораздельной его частью. Локальное применение азотного удобрения усиливает (в 1,6-1,7 раза) использование азота удобрения растениями и его иммобилизацию в почве (1,1-1,2 раза) и снижает (в 1,7-2,0 раза) газообразные потери азота по сравнению с разбросным способом его применения. Агрофитоценоз трав 2-го года жизни существенно уступает по устойчивости травам 1-го года вследствие существенного снижения фиксации атмосферного азота. Локализация азотного удобрения не изменяет устойчивости агрофитоценоза трав 2-го года жизни по сравнению с разбросным способом его внесения. Локальное внесение азотных удобрений повышало продуктивность трав (на 30 %), содержание сырого белка в фитомассе (на 4,3%) и снижало содержание NO_3^- (на 3-30%) по сравнению с разбросным способом его применения.

Ключевые слова: изотоп азота ^{15}N , элементы склона, потоки и баланс азота, севооборот, иммобилизация, минерализация, устойчивость, качество урожая.

DOI: 10.25680/S19948603.2021.118.13

Многолетние бобово-злаковые травы 2-го года жизни (г.ж.) являются важнейшим звеном полевого севооборота, поскольку способны накапливать 3-7 т/га органического вещества и фиксировать 50-100 кг/га атмосферного азота [1, 3, 7, 9, 19]. В зависимости от года жизни многолетних трав в их агрофитоценозе меняется интенсивность циклов азота (использование растениями, иммобилизация, минерализация), что в итоге влияет на плодородие эродированных почв, продуктивность и качество урожая возделываемой культуры [6, 10]. На второй год жизни многолетних бобово-злаковых трав изменяются структура агрофитоценоза, интенсивность гетеротрофного и автотрофного циклов азота [7, 8]. Развитие агрофитоценоза многолетних трав усложняется эрозийными процессами, хотя и сам процесс эрозии почв также видоизменяется.

Цель исследований – с помощью метода изотопной индикации ^{15}N определить размеры потоков азота удобрения, азота почвы и симбиотического азота бобово-злаковых трав 2-го г.ж. в условиях эродированного склона.

Методика. Подробно методика проведения исследований изложена в ж. «Плодородие» №4 (2018 г., стр. 2). При выращивании многолетних бобово-злаковых трав 2-го г.ж. ГТК в первой ротации составил 2,1 (средне-многолетнее значение 1,7), во второй ротации – 1,5, в третьей ротации – 1,0.

Результаты и их обсуждение. В условиях склона (дерново-подзолистая почва) потребление азота удобрения и азота почвы травами 2-го г.ж. снижалось от

приводораздельной части к основанию и зависело от способа применения азотного удобрения (табл. 1). В потребляемом травами азоте наибольшую долю (44-46%) занимал азот почвы, 40-42% – азот атмосферы и 13-14% азот удобрения. Наибольшее количество азота травы потребляли в 3-ю ротацию (за счет лучшего потребления азота удобрения, азота почвы и симбиотического азота) по сравнению с первой и второй ротациями [7]. Лучшее потребление азота растениями произошло, по-видимому, за счет лучшей обеспеченности почвы влагой в осенне-зимний-весенний период. При локальном применении азотного удобрения травы потребляли больше азота удобрения в 1,6-1,8 раза, азота почвы – в 1,1-1,2 раза и симбиотического азота – в 1,4-1,5 раза по сравнению с разбросным способом его внесения.

В богарных условиях на дерново-подзолистой почве бобово-злаковые травы 2-го г.ж. используют 22-50% азота удобрений в применяемой дозе, 40-45% закрепляется его в почве и 10-33% теряется в виде газообразных соединений [8].

При выращивании трав в нижней части склона использование азота удобрения растениями снижалось в 1,4-1,5 раза, иммобилизация его – в 1,1-1,3 раза, а потери азота удобрения увеличивались в 1,6-3,0 раза по сравнению с приводораздельной частью склона (табл. 2). Увеличение потерь азота удобрения до 33-50% от применяемой дозы вызвано температурно-влажностным режимом почвы и изменением состава микробного сообщества [4, 5]. Азот теряется в основ-

ном в газообразной форме, поскольку в Нечерноземной зоне с поверхностным стоком под многолетними травами теряется 0,5 кг N/га в год [2]. Наименьшее количество азота (8% от дозы) терялось в 3-й ротации севооборота, поскольку существенно возрастало использование его растениями. Локализация азотного удобрения усиливалась (в 1,6-1,7 раз) использование азота удобрения растениями и его иммобилизацию в почве (в 1,1-1,2 раз) и снижала (в 1,7-2,0 раз) газообразные потери азота по сравнению с разбросным способом его применения (табл. 2).

1. Потребление азота удобрения, азота почвы и симбиотического азота многолетними бобово-злаковыми травами 2-го г.ж. в зависимости от элемента рельефа и способа внесения азотных удобрений в трех ротациях севооборота

Вариант опыта	Общий вынос азота, г/м ²	В том числе азот					
		удобрения		почвы		симбиотический	
		г/м ²	%	г/м ²	%	г/м ²	%
Первая ротация							
<i>Приводораздельная часть склона, 2-3⁰</i>							
P ₃₀ K ₃₀ (фон)	3,36	-	-	1,85	55	1,51	45
Фон + ¹⁵ N ₃₀ вразброс	7,43	0,66	9	3,33	45	3,44	46
Фон + ¹⁵ N ₃₀ локально	9,24	1,50	16	4,10	44	3,64	40
<i>Нижняя часть склона, 5-7⁰</i>							
P ₃₀ K ₃₀ (фон)	2,36	-	-	1,11	47	1,25	53
Фон + ¹⁵ N ₃₀ вразброс	3,93	0,45	11	2,06	52	1,42	37
Фон + ¹⁵ N ₃₀ локально	5,36	0,87	16	2,33	43	2,16	41
Вторая ротация							
<i>Приводораздельная часть склона, 2-3⁰</i>							
P ₃₀ K ₃₀ (фон)	3,10	-	-	1,77	57	1,33	43
Фон + ¹⁵ N ₃₀ вразброс	6,85	0,77	11	3,33	49	2,75	40
Фон + ¹⁵ N ₃₀ локально	11,13	1,42	15	4,10	44	5,61	41
<i>Нижняя часть склона, 5-7⁰</i>							
P ₃₀ K ₃₀ (фон)	2,46	-	-	1,08	44	1,38	56
Фон + ¹⁵ N ₃₀ вразброс	4,09	0,54	13	2,06	50	1,49	37
Фон + ¹⁵ N ₃₀ локально	5,39	0,90	17	2,33	43	2,16	40
Третья ротация							
<i>Приводораздельная часть склона, 2-3⁰</i>							
P ₃₀ K ₃₀ (фон)	5,69	-	-	3,49	61	2,20	39
Фон + ¹⁵ N ₃₀ вразброс	11,45	1,46	13	5,91	52	4,08	35
Фон + ¹⁵ N ₃₀ локально	14,42	1,66	12	6,52	45	6,24	33
<i>Нижняя часть склона, 5-7⁰</i>							
P ₃₀ K ₃₀ (фон)	3,77	-	-	2,31	61	1,46	39
Фон + ¹⁵ N ₃₀ вразброс	8,89	1,21	14	3,64	41	4,04	45
Фон + ¹⁵ N ₃₀ локально	10,35	1,38	13	3,89	38	5,08	49

У трав 2-го г.ж. усилилась иммобилизация азота удобрения (в 1,2-1,3 раза) по сравнению с травами 1-го г.ж. [8]. Произошло это вследствие расширения отношения углерода к азоту (из-за выпадения клевера), что изменило также структуру микробоценоза [11,15,16]. По отношению C:N биомасса трав 1-го г.ж. относится к умеренному типу разложения в почве, тогда как биомасса трав 2-го г.ж. – к медленному [14]. Кроме того, при выпадении клевера отмирающая его корневая система усиливает процессы иммобилизации азота в почве. Этим объясняется большая иммобилизация азота при выращивании трав 2-го года во второй ротации севооборота.

В агрофитоценозе многолетних трав 2-го г.ж. произошли существенные изменения: снизилась доля клевера из-за его выпадения. При выращивании трав 2-го года жизни растения больше потребляли азота почвы и меньше симбиотического азота (табл. 3) по сравнению с травами 1-го года жизни [7]. Под травами 2-го г.ж. минерализовалось, иммобилизовалось и терялось азота почвы больше.

2. Потоки и баланс азота удобрения при выращивании многолетних бобово-злаковых трав 2-го г.ж. на различных элементах рельефа в зависимости от способа применения азотного удобрения

Вариант опыта	Использовано растениями		Иммобилизовано в 0-100 см слое почвы		Газообразные потери	
	1	2	1	2	1	2
Первая ротация						
Фон + ¹⁵ N ₃₀ вразброс	0,66 22	0,45 15	1,35 45	1,05 35	0,99 33	1,50 50
Фон + ¹⁵ N ₃₀ локально	1,50 50	0,87 29	1,20 40	1,11 37	0,30 10	0,87 29
Вторая ротация						
Фон + ¹⁵ N ₃₀ вразброс	0,77 26	0,54 18	1,25 42	1,02 34	0,98 33	1,45 48
Фон + ¹⁵ N ₃₀ локально	1,42 47	0,90 30	1,33 44	1,14 38	0,25 9	0,96 32
Третья ротация						
Фон + ¹⁵ N ₃₀ вразброс	1,46 49	1,21 40	1,00 33	0,83 25	0,54 18	0,96 35
Фон + ¹⁵ N ₃₀ локально	1,66 55	1,38 46	1,13 37	1,03 34	0,21 8	0,59 20

Примечания. 1 – приводораздельная часть склона, 2-3⁰, 2 – нижняя часть склона, 5-7⁰.
Над чертой – азот удобрения, г/м², под чертой – азот удобрения, % от внесенного.

3. Потоки азота почвы и симбиотического азота при выращивании многолетних бобово-злаковых трав на различных элементах склона, г/м²

Показатель	Травы 2-го г.ж.			
	Верхняя часть склона, 2-3 ⁰		Нижняя часть склона, 5-7 ⁰	
	1	2	1	2
Азот почвы				
Общий вынос азота почвы	3,33	4,10	2,06	2,33
Иммобилизованный азот	5,54	5,36	5,04	3,49
Газообразные потери азота почвы	4,34	1,01	7,17	3,45
Минерализованный азот (М)	13,42	10,78	14,38	9,47
Нетто-минерализованный азот (Н-М)	7,88	5,42	9,34	5,98
Реиммобилизованный азот (РИ)	5,33	5,05	4,93	3,29
Симбиотический азот				
Вынос симбиотического азота	3,44	3,64	1,42	2,16
Остаточный минеральный азот	0,70	0,96	0,25	0,44
Иммобилизованный азот	5,58	3,41	2,68	2,74
Газообразные потери азота почвы	4,38	0,64	3,81	2,30
Минерализованный азот (М)	14,60	8,65	8,16	7,64
Нетто-минерализованный азот (Н-М)	9,02	5,24	5,48	4,90
Реиммобилизованный азот (РИ)	4,88	2,45	2,43	2,30

Примечание. 1–N вразброс, 2–N локально.

В верхней части склона больше минерализовалось и закреплялось азота почвы по сравнению с нижней его частью. В нижней части склона больше терялось почвенного азота в виде газообразных соединений, чем в верхней его части. При локальном внесении азотного удобрения травы потребляли больше азота почвы, при этом его меньше терялось по сравнению с разбросным способом [7].

Травы 2-го г.ж. значительно меньше потребляли симбиотический азот по сравнению с травами 1-го года жизни [7]. Под травами второго года снижались иммобилизация симбиотического азота в почве, его минера-

лизация и образование газообразных соединений. В верхней части склона больше минерализовалось и закреплялось в почве симбиотического азота и меньше терялось по сравнению с нижней частью склона. При локальном способе применения азотного удобрения травы 2-го года жизни больше фиксировали атмосферный азот, снижались его иммобилизация и реиммобилизация по сравнению с разбросным способом их внесения.

Агрофитоценоз многолетних бобово-злаковых трав 2-го года жизни функционировал в более устойчивом состоянии по сравнению с зерновыми культурами (табл. 4). Большая устойчивость трав достигалась за счет лучшего использования биологического азота, большей его иммобилизации и меньших потерь азота [17-19]. В то же время бобово-злаковые травы 2-го г.ж. уступали по устойчивости травам 1-го г. ж. на всех элементах склона при обоих способах применения азотного удобрения.

4. Показатели интегральной оценки функционирования системы почва-растение при выращивании многолетних бобово-злаковых трав на различных элементах склона

Часть склона	Способ внесения азотных удобрений	Многолетние травы 2-го г. ж.	
		РИ : М, %	Н-М : РИ
Приводораздельная, 2-3 ⁰	Вразброс	38	1,6
	Локально	37	1,5
Нижняя, 5-7 ⁰	Вразброс	32	2,0
	Локально	32	2,0

Локальное применение азотного удобрения не изменяло устойчивости трав 2-го г. ж. по сравнению с разбросным способом его внесения. Это связано с тем, что минерализация и иммобилизация азота в почве изменялась с одинаковой скоростью [13, 19].

Миграция азота с поверхностным и внутрипочвенным стоком, потери его в процессе денитрификации-нитрификации, значительная степень минерализации почвенного азота снижают меру участия азота в продукционном процессе трав 2-го года жизни. Травы 2-го года отличались высокой продуктивностью в первой и третьей ротациях (табл. 5). Однако, если для периода вегетации трав первой ротации характерна высокая влажность (ГТК 2,1), то в 3-й ротации травы формировали биомассу за счет запасов влаги в почве предыдущего года. Снижение влажности во второй ротации травы формировали в 1,6-1,7 раза меньшую биомассу на приводораздельной части склона и в 1,4-1,5 раза на нижней его части по сравнению с 3-й ротацией. Во влажный год внесение азотных удобрений локально повышало продуктивность трав на 52-54%, тогда как в более засушливых условиях – на 5-12% (2-3-я ротация).

Биомассу с наибольшим количеством сырого белка травы 2-го года жизни формировали при внесении только фосфорных и калийных удобрений (на фоне) в 3-ю ротацию, при разбросном применении азотных удобрений – также в 3-ю ротацию, тогда как при их локализации – во вторую (табл. 6). В нижней части склона содержание сырого белка в фитомассе трав снижалось в 1,3 раза на фоне и в 1,2 раза при внесении азотных удобрений по сравнению с приводораздельной его частью.

В связи с изменением состава агрофитоценоза травы 2-го года содержали больше нитратов в фитомассе, по-

скольку злаковые растения характеризуются большей способностью их накапливать [16]. По этой же причине травы 2-го года накапливают больше NO_3^- , чем травы 1-го г.ж. [8].

5. Продуктивность многолетних бобово-злаковых трав 2-го г.ж. в зависимости от элемента рельефа и способа внесения азотного удобрения в трех ротациях севооборота

Вариант опыта	Урожайность сена, г/м ²	Прибавка		Прибавка от локализации удобрения	
		г/м ²	%	г/м ²	%
Первая ротация					
Приводораздельная часть склона, 2-3 ⁰					
Р ₃₀ К ₃₀ (фон)	375	-	-	-	-
Фон + ¹⁵ N ₃₀	567	192	51	-	-
вразброс					
Фон + ¹⁵ N ₃₀	874	499	133	307	54
локально					
Нижняя часть склона, 5-7 ⁰					
Р ₃₀ К ₃₀ (фон)	193	-	-	-	-
Фон + ¹⁵ N ₃₀	295	102	53	-	-
вразброс					
Фон + ¹⁵ N ₃₀	448	255	132	153	52
локально					
Вторая ротация					
Приводораздельная часть склона, 2-3 ⁰					
Р ₃₀ К ₃₀ (фон)	222	-	-	-	-
Фон + ¹⁵ N ₃₀	457	235	106	-	-
вразброс					
Фон + ¹⁵ N ₃₀	510	288	130	53	12
локально					
Нижняя часть склона, 5-7 ⁰					
Р ₃₀ К ₃₀ (фон)	198	-	-	-	-
Фон + ¹⁵ N ₃₀	409	211	106	-	-
вразброс					
Фон + ¹⁵ N ₃₀	429	231	116	20	5
локально					
Третья ротация					
Приводораздельная часть склона, 2-3 ⁰					
Р ₃₀ К ₃₀ (фон)	407	-	-	-	-
Фон + ¹⁵ N ₃₀	777	370	91	-	-
вразброс					
Фон + ¹⁵ N ₃₀	863	456	112	86	11
локально					
Нижняя часть склона, 5-7 ⁰					
Р ₃₀ К ₃₀ (фон)	266	-	-	-	-
Фон + ¹⁵ N ₃₀	603	337	127	-	-
вразброс					
Фон + ¹⁵ N ₃₀	641	375	141	38	6
локально					
Р, %	2-3				
НСР _{0,5} , г/м ² :	15-39				
сред					
рельеф	13-28				
удобрения	9-23				

6. Содержание сырого белка и нитратов в фитомассе многолетних бобово-злаковых трав 2-го г.ж. в зависимости от элемента рельефа, способа внесения азотного удобрения в трех ротациях севооборота

Вариант опыта	Сырой белок, % с.в.			NO ₃ ⁻ , мг/кг		
	I	II	III	I	II	III
<i>Приводораздельная часть склона, 2-3⁰</i>						
Р ₃₀ К ₃₀ (фон)	19.1	19.8	20.7	180	161	101
Фон + ¹⁵ N ₃₀ вразброс	20.3	20.3	20.8	193	177	112
Фон + ¹⁵ N ₃₀ локально	23.8	26.2	21.9	190	167	105
<i>Нижняя часть склона, 5-7⁰</i>						
Р ₃₀ К ₃₀ (фон)	15.1	15.7	17.0	221	209	107
Фон + ¹⁵ N ₃₀ вразброс	15.8	16.4	18.6	240	229	127
Фон + ¹⁵ N ₃₀ локально	21.1	21.2	18.9	231	217	111

Травы, растущие на нижней части склона, содержали больше нитратов (на 23-33%) по сравнению с травами на приводораздельной его части (см. табл. 6). За счет локализации азотных удобрений содержание NO_3^- в

травы 2-го года снижалось на 4-29% на приводораздельной части склона и на 2-33% в нижней его части по сравнению с разбросным способом их применения.

Выводы. В условиях длительного применения азотных удобрений, меченых ^{15}N (5-польный севооборот, три ротации, дерново-подзолистая почва, склон юго-восточной экспозиции) многолетние бобово-злаковые травы 2-го г.ж. потребляли больше азота (удобрения, почвы, симбиотического) на всех элементах склона при локальном и разбросным способами применения удобрений в 3-й ротации. Наиболее интенсивно травы 2-го года потребляли азот почвы (его доля в общем выносе азота составила 38-61%).

Использование травянистого азота удобрения в нижней части склона снижается в 1,4-1,5 раза, а его иммобилизация в почве – в 1,1-1,3 раза, тогда как газообразные потери азота растут в 1,6-3,0 раза по сравнению с приводораздельной его частью.

Локальное применение азотного удобрения усиливает (в 1,6-1,7 раза) использование азота удобрения растениями и его иммобилизацию в почве (в 1,1-1,2 раза) и снижает (в 1,7-2,0 раза) газообразные потери азота по сравнению с разбросным способом его применения.

Агрофитоценоз трав 2-го года жизни существенно уступает по устойчивости травянистому 1-го года вследствие существенного снижения фиксации атмосферного азота. Локализация азотного удобрения не изменяет устойчивости агрофитоценоза трав 2-го года по сравнению с разбросным способом его внесения.

Локальное внесение азотных удобрений повышало продуктивность трав (на 30%), содержание сырого белка в фитомассе (на 4,3%) и снижало содержание NO_3^- (на 3-30%) по сравнению с разбросным способом его применения.

Литература

1. Завалин А.А., Соколов О.А. Поток азота в агроэкосистеме: от идеи Д.Н. Прянишникова до наших дней. – М.: ВНИИА, 2016. – 591 с.
2. Капитанов А.Н., Явтушенко В.Е. Агроэкология почв склонов. – М.: Колос, 1997. – 240 с.
3. Кокорина А.Л., Кожмяков А.П. Бобово-ризобияльный симбиоз и применение микробиологических препаратов комплексного действия

– важный резерв повышения продуктивности пашни. – С-Пб. ГАУ, 2010. – 50 с.

4. Кутузова Р.С., Сирота Л.Б., Воробьев Н.И. Использование математического анализа для оценки микробиологического состояния почв агроландшафта опыта // Агрохимия. – 2001. – №1. – С. 19-33.
5. Кутузова Р.С., Сирота Л.Б., Орлова О.В. Микробное сообщество и анализ почвенно-микробиологических процессов в дерново-подзолистой почве // Почвоведение. – 2016. – №3. – С. 320-332.
6. Соколов О.А., Завалин А.А., Сычев В.Г., Шмырева Н.Я., Цуриков Л.Н. Поток азота в агрофитоценозе на эродированных почвах. – М.: ВНИИА, 2015. – 96 с.
7. Соколов О.А., Шмырева Н.Я., Завалин А.А., Черников, В.А. Роль симбиотического азота и устойчивость его циклов при выращивании многолетних трав на склоне // Плодородие. – 2016. – №1. – С.50-52.
8. Сычев В.Г., Соколов О.А., Завалин А.А., Шмырева Н.Я. Роль азота в интенсификации продукционного процесса сельскохозяйственных культур. Экологические аспекты роли азота в продукционном процессе. – М.: ВНИИА, 2012. Т.2. – 272 с.
9. Трепачев Е.П. Агрохимические аспекты биологического азота в современном земледелии. – М.: Агроконсалт, 1999. – 532 с.
10. Черкасов Г.Н., Чуян, О.Г. Экологические функции удобрений в эродированных ландшафтах Центрально-Черноземной зоны. Материалы Всерос. совещ. Экологические функции агрохимии в современном земледелии. – М., 2008. – С. 208-211.
11. Щапова Л.Н. Микробная сукцессия при трансформации органического вещества // Почвоведение. – 2004. – №8. – С. 967-975.
12. Denk T.R.A., Mohn J., Decock C., Wolf B. The nitrogen cycle: A review of isotope effects and isotope modeling approaches Soil Biol. Biochem. 2017. V/105. P. 121-137.
13. Kahmen A., Wanek W., Buchmann N. Foliar $\delta^{15}\text{N}$ values characterize soil N cycling and reflect nitrate or ammonium preference of plants a long a temperate grassland. Oecologia. – 2008. – V.158. P.371-381.
14. Praveen-Kumar J.C., Tarafdar J.P., Shyam K.J. A rapid method for assessment of plant residue quality J. Plant Nutr and Soil Sci. – 2003. – V. 166. – P. 662-668.
15. Jensen L.S., Salo T., Palmason F. Influence of biochemical quality on C and N, mineralization from a broad variety of plant materials in soils. Plant and Soil. 2005. V. 273. № 1-2. P. 307-326.
16. Inselsbacher E., Wanek W., Strauss J., Zechmeister – Boitenstern S., Müller C. A novel ^{15}N tracer model reveals: plant nitrate governs nitrogen transformation rates in agriculture soils. Soil Biol. Biochem. 2013. V.57. P. 301-310.
17. Pardo L.H., Templer P.H., Goodale C.L. et. al. Regional assessment of N saturation using foliar and root $\delta^{15}\text{N}$. Biogeochemistry/ – 2006. – V. 80. P. 143-171.
18. Kriszan M., Amelung W., Schellberg J. Long-term Changes of delta N-15 natural abundance of plants and soil in a temperate grassland. Plant and Soil. – 2009. V.325. – P. 157-169.
19. Rascher K.G., Hellmann C. Maguas C. Community scale ^{15}N Isoscapes: tracing the spatial impact of an exotic N_2 – fixing invader. Ecology Letters. – 2012. V.15. P. 484-491.

FLUXES AND BALANCE OF NITROGEN FROM FERTILIZERS AND SOIL UNDER CONDITIONS OF CROP ROTATION ON ERODED SODDY-PODZOLIC SOIL (^{15}N STUDY)

Communication 5. Perennial legumes and grasses of the second year of life

N.Ya. Shmyreva, A.A. Zavalin, O.A. Sokolov

Pryanishnikov Institute of Agrochemistry, Pryanishnikov ul. 31A, 127434 Moscow, Russia, e-mail: info@vniia-pr.ru

It is shown that under conditions of long-term use of nitrogen fertilizers labeled with ^{15}N (5-field crop rotation, three rotations, sod-podzolic soil, southeastern slope), perennial legume-cereal grasses of the 2nd year of life consumed more nitrogen (fertilizer, soil, symbiotic) on all elements of the slope with local and widespread application of fertilizers in the 3rd rotation. The most intensively grasses of the 2nd year of life consumed soil nitrogen (its share in the total nitrogen removal was 38-61%). The use of nitrogen fertilizer by grasses in the lower part of the slope decreases 1.4-1.5 times, and its immobilization in the soil – 1.1-1.3 times, while gaseous nitrogen losses increase 1.6-3.0 times in comparison with its part. Local application of nitrogen fertilizer enhances (1.6-1.7 times) the use of nitrogen fertilization by plants and its immobilization in the soil (1.1-1.2 times) and reduces (1.7-2.0 times) gaseous losses nitrogen in comparison with the spread method of its use. Agrophytocenosis of grasses of the 2nd year of life is significantly inferior in resistance to grasses of the 1st year due to a significant decrease in fixation of atmospheric nitrogen. Localization of nitrogen fertilization does not change the stability of agrophytocenosis of grasses of the 2nd year of life in comparison with the scattered method of its application. Local application of nitrogen fertilizers increased the productivity of grasses (by 30%), the content of crude protein in the phytomass (by 4.3%) and reduced the content of NO_3 (by 3-30%) in comparison with the spread method of its application.

Key words: nitrogen isotope ^{15}N , slope elements, nitrogen fluxes and balance, crop rotation, immobilization, mineralization, sustainability, yield quality.