

**ПОТОКИ И БАЛАНС АЗОТА УДОБРЕНИЯ И АЗОТА ПОЧВЫ
В УСЛОВИЯХ СЕВООБОРОТА НА ЭРОДИРОВАННОЙ
ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЕ (ИССЛЕДОВАНИЯ С ^{15}N)****Сообщение 1. Озимая рожь****Н.Я. Шмырева, к.б.н., А.А. Завалин, акад. РАН, О.А. Соколов, д.б.н., ВНИИА**

Озимая рожь в трех ротациях севооборота на дерново-подзолистой эродированной почве с применением сульфата аммония (меченого ^{15}N) при повышении ГТК (с 1,3 до 1,7) в 1,3-2,2 раза лучше потребляет азот почвы и в 1,1-1,4 раза азот удобрения, что обеспечивает формирование более высокой её продуктивности. При локальном способе внесения азотных удобрений повышается устойчивость агрофитоценоза озимой ржи, растения в 1,5-2 раза больше используют азот удобрения и в 1,3 раза азот почвы, снижаются потери азота удобрения в 1,6 раза, повышается продуктивность на 8-20% и увеличивается количество сырого белка в зерне на 0,3-1,1 % по сравнению с разбросным способом их применения.

Ключевые слова: изотоп азота ^{15}N , элементы рельефа, севооборот, потоки азота, баланс азота, устойчивость агрофитоценоза, качество урожая.

DOI: 10.25680/S19948603.2018.103.01

Эрозия почв, нанося непоправимый ущерб их плодородию, а следовательно и продуктивности сельскохозяйственных культур, усиливает экологическую, экономическую и социальную нестабильность. В настоящее время в России эрозии подвержен каждый четвертый гектар сельскохозяйственных угодий, что составляет свыше 50 млн га [14].

Эрозия сопровождается процессами дегумификации почв, снижением почвенного плодородия, истощением, деградацией и разрушением агроэкосистем и агроландшафтов [4,12]. За 100 лет запасы гумуса в черноземах России снизились на 30-50% [2]. В течение года в результате эрозии почв теряется 1,4 млн т азота, что оценивается в 25-28 млрд. руб. В зависимости от степени эродированности почвы продуктивность возделываемых культур снижается на 30-60%, при этом падает качество урожая и утрачивается устойчивость почв к действию различных факторов природного или антропогенного характера.

Цель работы – выявить изменения направленности потоков азота в агрофитоценозе озимой ржи в условиях трех ротаций севооборота на дерново-подзолистой эродированной почве при различных способах применения азотных удобрений.

Методика. В Смоленском НИИСХ в 2000 г. заложили микрополевой опыт с сульфатом аммония (обогащенный меченым азотом ^{15}N 20 ат.%) на делянках длительного стационарного опыта с чередованием культур: 1 - озимая рожь; 2 - овес; 3 - ячмень с подсевом многолетних бобово-злаковых травосмесей; 4 - многолетние травы 1-го года пользования; 5 - многолетние травы 2-го года пользования.

Метеоусловия для произрастания сложились неодинаковые: в первой ротации - засушливые (ГТК 1,3), во второй ротации ГТК – 1,5, в третьей – ГТК - 1,7 (при среднемноголетнем 1,7). Почва – дерново-подзолистая среднесуглинистая на карбонатном моренном суглинке слабо- (приводораздельная часть склона 2-3⁰) и средне-смывтая, нижняя часть склона 5-7⁰. Содержание физической глины 32-34%. Агрохимическая характеристика пахотных слоев этих почв: pH_{KCl} 5,7; 6,1, H_+ (по Каппену-Гильковицу) 1,18; 0,8 ммоль/100 г почвы, содержание обменных Ca^{2+} - 5,5; 6,0 и Mg^{2+} - 2,0; 2,2 ммоль/100

г почвы, гумус (по Тюрину) – 2,1; 0,8%, общего азота - 0,19; 0,09, подвижных форм фосфора – 13,7; 18,7; калия - 13,8; 16,7 мг/100 почвы (по Кирсанову).

Микрополевой опыт (размер делянок 0,5 м x 1,0 м) размещен на склоне ЮВ экспозиции в верхней части с уклоном 2-3⁰, в нижней - 5-7⁰. Повторность - двукратная. Защитные полосы между микроделянками составляли 0,5 м. Обработка почвы: отвальная вспашка + рыхление подпахотного слоя на глубину 10-15 см, перед закладкой опыта проведено известкование из расчета полной нормы гидролитической кислотности.

В микрополевых опытах с ^{15}N азотные удобрения под озимую рожь (N_{50}) применяли весной при локальном внесении на глубину 10 см лентой и вразброс.

В почве и растительном материале общий азот определяли по методу Кьельдаля-Йодльбауэра. Изотопный анализ проводили на масс-спектрометрах МИ-1102 и Delta V. Другие аналитические показатели почвы и растений определяли в лабораториях ВНИИА по общепринятым методикам. Расчеты потоков азота почвы и азота удобрения проводили по [10, 13, 18].

Результаты и их обсуждения. В условиях дерново-подзолистой почвы потребление азота удобрения и азота почвы озимой рожью снижалось от приводораздельной части к основанию склона и зависело от способа внесения азотных удобрений (табл. 1). В общем потребляемому растением азоте основная доля принадлежит азоту почвы: 66-81% на водоразделе и 56-93% в нижней части склона. Наименьшее количество азота озимая рожь потребляла на всех элементах склона в I ротации севооборота вследствие засушливых условий произрастания (ГТК 1,3) [15]. В условиях III ротации севооборота существенно (в 1,6-2,2 раза при разбросном и в 1,3-1,9 раза при локальном способе внесения азотных удобрений) возросло потребление азота почвы озимой рожью по сравнению с I и II ротациями [11, 17]. Наибольшее количество азота удобрения озимая рожь потребляла при локальном внесении азотных удобрений (в 1,5 раза больше на приводораздельной части склона и в 2,2 раза - в нижней части склона по сравнению с разбросным способом их применения). При локальном способе внесения азотных удобрений растения потребляли в 1,3 раза больше азота почвы по сравнению с разбросным способом их применения.

1. Потребление азота удобрения и азота почвы озимой рожью 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				Экстра-N	
		удобрений		почвы		г/м ²	%
		г/м ²	%	г/м ²	%		
I ротация							
Приводораздельная часть склона, 2-3 ⁰							
P ₅₀ K ₅₀ (фон)	2,42	-	-	2,42	100	-	-
Фон + ¹⁵ N ₅₀ вразброс	3,41	0,82	24	2,59	76	0,17	5
Фон + ¹⁵ N ₅₀ локально	4,78	1,64	34	3,14	66	0,72	15
Нижняя часть склона, 5-7 ⁰							
P ₅₀ K ₅₀ (фон)	0,40	-	-	0,40	100	-	-
Фон + ¹⁵ N ₅₀ вразброс	1,33	0,46	35	0,87	65	0,47	35
Фон + ¹⁵ N ₅₀ локально	2,11	0,92	44	1,19	56	0,79	37
II ротация							
Приводораздельная часть склона, 2-3 ⁰							
P ₅₀ K ₅₀ (фон)	3,24	-	-	3,24	100	-	-
Фон + ¹⁵ N ₅₀ вразброс	5,81	1,08	19	4,73	81	1,49	22
Фон + ¹⁵ N ₅₀ локально	8,35	1,68	20	6,67	80	3,43	34
Нижняя часть склона, 5-7 ⁰							
P ₅₀ K ₅₀ (фон)	2,10	-	-	2,10	100	-	-
Фон + ¹⁵ N ₅₀ вразброс	3,24	0,34	10	2,90	90	0,80	25
Фон + ¹⁵ N ₅₀ локально	4,96	1,06	21	3,90	79	1,50	30
III ротация							
Приводораздельная часть склона, 2-3 ⁰							
P ₅₀ K ₅₀ (фон)	3,50	-	-	3,50	100	-	-
Фон + ¹⁵ N ₅₀ вразброс	8,76	1,15	13	7,61	87	4,11	47
Фон + ¹⁵ N ₅₀ локально	10,66	1,74	17	8,86	83	5,36	50
Нижняя часть склона, 5-7 ⁰							
P ₅₀ K ₅₀ (фон)	2,96	-	-	2,96	100	-	-
Фон + ¹⁵ N ₅₀ вразброс	6,94	0,50	7	6,44	93	3,48	50
Фон + ¹⁵ N ₅₀ локально	8,41	1,10	13	7,31	87	4,35	52

На равнинных участках при выращивании озимой ржи баланс азота удобрения складывался следующим образом: 29-52% от применяемой дозы используется растениями, 17-40 - закрепляется в почве, 27-52% - теряется [3]. При выращивании озимой ржи в нижней части склона уменьшалось использование азота удобрения растениями в 1,6-3,1 раза и иммобилизация его в почве в 1,2-2,0 раза, но увеличивались потери азота в 1,4-2,0 раза по сравнению с приводораздельной частью склона (табл. 2). Повышение потерь азота удобрения в нижней части склона до 72-75% связано с температурно-влажностным режимом почвы и изменением структуры микробиоценоза [7, 8].

Потери азота представлены в основном газообразными соединениями, поскольку в Нечерноземной зоне со смывом почвы под озимыми теряется 1-7 кг N/га [5]. С увеличением использования азота удобрения растениями и усилением его иммобилизации в почве в III ротации севооборота потери азота сокращались на 4-13%. Локальное внесение азотных удобрений обеспечивало лучшее (в 1,5-3,0 раза) использование азота удобрения растениями, большую (в 1,3-1,7 раза) его иммобилизацию в почве и более эффективное (в 1,4-1,8 раза) снижение газообразных потерь азота по сравнению с разбросным способом их применения.

Изменения в системе почва-растение тесно связаны со структурными и функциональными перестройками в

агрофитоценозе. В основе этих изменений лежит азотный обмен как внутри компонентов системы, так и между ними, интегрированный потоками азота почвы и азота удобрения, формирующих внутрипочвенный (гетеротрофный) и автотрофный циклы [12].

2. Потоки и баланс азота удобрения при выращивании озимой ржи на различных элементах рельефа в зависимости от способа внесения азотных удобрений

Вариант опыта	Использовано растениями		Иммобилизовано в 100 см почвенном слое		Потери	
	1	2	1	2	1	2
	I ротация					
Фон + ¹⁵ N ₅₀ вразброс	<u>0.82</u> 16	<u>0.46</u> 9	<u>1.54</u> 31	<u>0.82</u> 16	<u>2.64</u> 53	<u>3.72</u> 75
Фон + ¹⁵ N ₅₀ локально	<u>1.64</u> 33	<u>0.92</u> 18	<u>2.02</u> 40	<u>1.31</u> 26	<u>1.34</u> 27	<u>2.77</u> 56
II ротация						
Фон + ¹⁵ N ₅₀ вразброс	<u>1.08</u> 22	<u>0.34</u> 7	<u>1.40</u> 28	<u>0.70</u> 14	<u>2.52</u> 50	<u>3.96</u> 79
Фон + ¹⁵ N ₅₀ локально	<u>1.68</u> 34	<u>1.06</u> 21	<u>1.92</u> 38	<u>1.21</u> 24	<u>1.40</u> 28	<u>2.73</u> 55
III ротация						
Фон + ¹⁵ N ₅₀ вразброс	<u>1.15</u> 23	<u>0.50</u> 10	<u>1.40</u> 28	<u>0.90</u> 18	<u>2.46</u> 49	<u>3.60</u> 72
Фон + ¹⁵ N ₅₀ локально	<u>1.74</u> 36	<u>1.10</u> 22	<u>1.80</u> 36	<u>1.43</u> 29	<u>1.46</u> 28	<u>2.47</u> 49

Примечание. 1 – приводораздельная часть склона, 2-3⁰

2 – нижняя часть склона, 5-7⁰.

Над чертой – азот удобрения, г/м², под чертой – азот удобрения, % от внесенного.

Использование изотопа ¹⁵N позволило определить интенсивность процессов внутрипочвенного цикла азота (минерализация ↔ иммобилизация ↔ ремобилизация) на разных элементах склона (табл. 3).

3. Потоки азота почвы и азота удобрений при выращивании озимой ржи на различных элементах склона, г/м²

Показатель	Приводораздельная часть склона		Нижняя часть склона	
	1	2	1	2
Вынос азота почвы растениями	7,61	8,92	6,44	7,31
Остаточный минеральный азот	1,02	1,83	0,41	0,61
Иммобилизованный/реимобилизованный азот	9,26	7,18	11,59	9,50
Газообразные потери азота почвы	16,28	7,48	46,37	16,41
Минерализованный азот почвы	34,17	25,41	64,81	33,83
Нетто-минерализованный азот	23,89	16,40	52,81	23,72
Реимобилизованный азот	10,81	9,01	12,00	10,11
Использованный азот удобрения растениями	1,15	1,74	0,50	1,10
Иммобилизованный азот удобрения	1,40	1,80	0,90	1,43
Газообразные потери азота удобрения	2,46	1,46	3,60	2,47

Примечание. 1 – азот вразброс, 2 – азот локально (здесь и в табл. 4)

При выращивании озимой ржи наиболее выражена минерализация почвенного азота, которая протекала в нижней части склона. При разбросном применении азотного удобрения резко усиливались гетеротрофные микробиологические процессы – доля газообразных потерь азота достигала 72%. При локальном внесении азотного удобрения эта доля снижалась до 48% от минерализованного азота почвы. Вследствие этого доля нетто-минерализованного азота возросла до 70-82% в

нижней части склона и до 64-68% на приводораздельной. Локализация азотного удобрения уменьшила долю этого азота на всех элементах склона за счет существенного снижения газообразных потерь азота почвы.

В отличие от яровых зерновых (овес, ячмень) при выращивании озимой ржи реиммобилизация азота почвы возрастала в нижней части склона и снижалась при локальном применении азотного удобрения. Потребление азота почвы растениями уменьшалось у основания склона и повышалось при локализации азотного удобрения [11].

Минерализованный за период вегетации озимой ржи азот почвы (М) следует рассматривать как «вход» азота в систему. Нетто-минерализованный азот (Н-М) является «выходным», а «возвратом на выходе» служит реиммобилизованный азот (РИ), идущий на поддержание системы. По показателям интегральной оценки функционирования системы, агрофитоценоз на приводораздельной части склона и при локальном применении азотного удобрения находился в более устойчивом состоянии (зона стресса) по сравнению с нижней частью склона и при разбросном их внесении (зона резистентности) (табл. 4). Локализация азотного удобрения повышала устойчивость агрофитоценоза при выращивании озимой ржи на всех элементах склона.

4. Показатели интегральной оценки функционирования системы почва-растение при выращивании озимой ржи на различных элементах склона

Часть склона	РИ:М, %		Н-М:РИ	
	1	2	1	2
Приводораздельная	32	36	2,2	1,8
Нижняя	18	29	4,4	2,4

Сложность управления потоками азота в эрозионном агроландшафте связана с высокой миграцией азота с поверхностным и внутрипочвенным стоками, потерями азота как в процессе эрозии, так и в результате нитрификации-денитрификации, значительной степенью минерализации почвенного азота и низким уровнем его иммобилизации.

Все это снижает участие азота в продукционном процессе возделываемых культур, что в итоге приводит к падению их продуктивности и ухудшению качества урожая.

Более высокая влажность и большее содержание подвижных фосфатов в почве приводораздельной части склона обеспечивали лучшее формирование зерна озимой ржи на фоне: в 6,1 раза в засушливый год и в 1,1 раза во влажный год по сравнению с нижней частью склона (табл. 5). Во влажный год (III ротация севооборота) озимая рожь формировала урожай зерна выше в 1,7 раза на приводораздельной части склона и в 3,9 раза в нижней части по сравнению с засушливым годом. Локализация азотных удобрений в засушливый год повышала урожай зерна озимой ржи на 20% на водоразделе и на 14% в нижней части склона по сравнению с разбросным способом. Однако, во влажный год (III ротация) локализация азотного удобрения обеспечила повышение урожая зерна на 16% на приводораздельной части склона и на 8% у его основания по сравнению с разбросным способом его применения.

Зерно с высоким содержанием сырого белка озимая рожь формировала в засушливый год в I ротации севооборота (ГТК 1,3), тогда как зерно с низким его содержанием сформировалось при ГТК 1,5 (табл. 6). Засушливые условия в период формирования зерна озимой

ржи обеспечивают высокое содержание белков и незаменимых аминокислот [1, 6, 9]. В III ротации севооборота, наряду с повышением продуктивности, увеличилось содержание сырого белка в зерне.

5. Продуктивность озимой ржи в зависимости от элемента рельефа и способа внесения азотных удобрений в трех ротациях севооборота

Вариант опыта	Зерно, г/м ²	Прибавка		Солома, г/м ²	Прибавка	
		г/м ²	%		г/м ²	%
I ротация						
Приводораздельная часть склона 2-3 ⁰						
P ₅₀ K ₅₀ (фон)	135	-	-	295	-	-
Фон + ¹⁵ N ₅₀ вразброс	178	43	32	378	83	28
Фон + ¹⁵ N ₅₀ локально	215	80	59	470	175	59
Нижняя часть склона 5-7 ⁰						
P ₅₀ K ₅₀ (фон)	22	-	-	63	-	-
Фон + ¹⁵ N ₅₀ вразброс	72	50	227	150	87	138
Фон + ¹⁵ N ₅₀ локально	99	77	350	197	134	213
II ротация						
Приводораздельная часть склона, 2-3 ⁰						
P ₅₀ K ₅₀ (фон)	196	-	-	490	-	-
Фон + ¹⁵ N ₅₀ вразброс	330	134	68	825	335	68
Фон + ¹⁵ N ₅₀ локально	410	214	109	1025	535	109
Нижняя часть склона, 5-7 ⁰						
P ₅₀ K ₅₀ (фон)	136	-	-	340	-	-
Фон + ¹⁵ N ₅₀ вразброс	191	55	40	478	138	41
Фон + ¹⁵ N ₅₀ локально	243	107	77	608	268	79
III ротация						
Приводораздельная часть склона, 2-3 ⁰						
P ₅₀ K ₅₀ (фон)	165	-	-	399	-	-
Фон + ¹⁵ N ₅₀ вразброс	352	187	113	848	449	112
Фон + ¹⁵ N ₅₀ локально	381	216	131	917	518	129
Нижняя часть склона, 5-7 ⁰						
P ₅₀ K ₅₀ (фон)	153	-	-	437	-	-
Фон + ¹⁵ N ₅₀ вразброс	289	136	89	819	382	87
Фон + ¹⁵ N ₅₀ локально	313	160	104	895	458	104
P, %	2-5			2-4		
НСР _{0,5} , г/м ² : част. ср	14-23			34-40		
рельеф	8-13			23-25		
удобрений	6-10			20-25		

В нижней части склона содержание сырого белка в зерне озимой ржи снижалось на 0,3-1,2% по сравнению с приводораздельной частью склона. Локализация азотного удобрения повышала содержание сырого белка в зерне на 0,6-1,1% на приводоразделе и на 0,3-1,1% в нижней части склона.

6. Содержание сырого белка в зерне озимой ржи на различных элементах склона в зависимости от способа внесения азотных удобрений, %

Вариант опыта	Ротация севооборота		
	I	II	III
<i>Приводораздельная часть склона, 2-3⁰</i>			
P ₅₀ K ₅₀ (фон)	8,3	4,6	7,4
Фон + ¹⁵ N ₅₀ вразброс	9,0	4,6	8,6
Фон + ¹⁵ N ₅₀ локально	10,0	5,7	9,2
<i>Нижняя часть склона, 5-7⁰</i>			
P ₅₀ K ₅₀ (фон)	7,4	4,2	5,8
Фон + ¹⁵ N ₅₀ вразброс	8,2	4,7	8,0
Фон + ¹⁵ N ₅₀ локально	9,9	4,6	8,3

Выводы. Таким образом, впервые применен метод изотопной индикации с изотопом азота ¹⁵N в длительном (15 лет) севообороте для изучения круговорота и баланса азота в системе почва - растение эрозионного агроландшафта.

В условиях дерново-подзолистой эродированной почвы с повышением ГТК (от 1,3 до 1,7) в 1,3-2,2 раза растет потребление озимой рожью азота почвы и в 1,1-1,4 раза азота удобрения. Доля используемого экстра-

азота во влажный период достигает 47-52% от общего выноса азота растениями. При локальном внесении азотных удобрений растения потребляют в 1,5-2 раза больше азота удобрения и в 1,3 раза азота почвы по сравнению с разбросным способом их применения.

Использование азота удобрения растениями и иммобилизация его в почве снижаются от приводораздельной части склона к тальвегу, тогда как потери азота удобрения и азота почвы, наоборот, возрастают. Локализация азотных удобрений повышает потребление азота растениями, его иммобилизацию в почве и снижает потери азота. Для эродированной почвы характерны значительные потери азота удобрения: 72-79% при разбросном и 49-56% при локальном применении азотных удобрений, которые не участвуют в продукционном процессе.

По показателям интегральной оценки функционирования систем, агрофитоценоз озимой ржи на приводораздельной части склона находится в более устойчивом состоянии по сравнению с нижней частью склона. Локализация азотных удобрений повышала устойчивость агрофитоценоза при выращивании ржи на всех элементах склона. Более высокую продуктивность (биомассы зерна и соломы) озимая рожь формировала во влажный период III ротации севооборота за счет лучшего потребления азота почвы и азота удобрения растениями. Локализация азотных удобрений повышает урожай зерна ржи на 16-20% на приводораздельной части и на 8-14% в нижней части склона.

Озимая рожь формировала зерно с высоким содержанием сырого белка в засушливый период I ротации севооборота. Содержание сырого белка в зерне ржи уменьшается на 0,3-1,2% в нижней части склона по сравнению с приводораздельной частью и повышается на 0,3-1,1% при локальном способе применения азотных удобрений на всех элементах склона.

Литература

1. Гончаренко А.А. Производство и селекция озимой ржи в России // Доклады РАСХН.- 2010.- №1.- С. 22-26.

2. Добровольский Г.В. Деградация почв - угроза глобального экологического кризиса // Век глобализации.- 2008.- №2.- С. 54-65.
3. Завалин А.А., Соколов О.А. Потоки азота в агроэкосистеме: от идей Д.Н. Прянишникова до наших дней. - М.: ВНИИА, 2016.- 591 с.
4. Иванов А.Л. Научное земледелие России: итоги и перспективы // Земледелие.- 2014.- №3.- С. 25-29.
5. Кашистанов А.Н., Явтушенко В.Е. Агроэкология почв склонов. - М.: Колос, 1997.- 240 с.
6. Конова А.М. Агрохимическая и агроэкологическая эффективность средств химизации на озимой ржи и ячмене в условиях Нечерноземной зоны России // Автореф. канд. дисс. - М.: ВНИИА, 2000.- 24 с.
7. 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.
8. 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.
9. Лапа В.В., Ивахненко Н.Н., Ломонос М.М. Влияние систем удобрения на урожайность и качество озимой ржи при возделывании на дерново-подзолистой супесчаной почве // Агрохимия. - 2011. - №10. - С. 22-30.
10. Помазкина Л.В. Агрохимия азота в таежной зоне Прибайкалья. - Новосибирск: Наука, 1985. - 176 с.
11. Соколов О.А., Шмырева Н.Я., Завалин А.А. Потоки азота при выращивании озимой ржи (*Secale Cereale* V.) на эродированных почвах (Исследование с ¹⁵N) // Проблемы агрохимии и экологии.- 2016.- №3.- С.44-47.
12. Сычев В.Г., Соколов О.А., Шмырева Н.Я. Экологически безопасная технология применения азотных удобрений на эродированных почвах. - М.: ВНИИА, 2010. - 40 с.
13. Турчин Ф.В. Использование азотных удобрений урожаем и его превращение в почве // Журн. ВХО. - 1965. - Т.10. - №4.- С. 400-401.
14. Черкасов Г.Н., Чуян О.Г. Экологические функции удобрений в эродированных агроландшафтах Центрально-Черноземной зоны // Материала Всерос. совещ. Экологические функции агрохимии в современном земледелии, 2008.- С. 208-211.
15. Шмырева Н.Я. Использование азота удобрений озимой рожью при различных способах внесения азотных удобрений в условиях эрозийного ландшафта // Агрохимия. - 2007. - №10. - С. 44-49.
16. 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.
17. Шмырева Н.Я., Соколов О.А., Цуриков Л.Н. Использование озимой рожью азота удобрений в зависимости от способов их внесения в условиях эрозийного ландшафта // Плодородие.- 2014.- №6. - С. 16-18.
18. Fried M., Dean L. Concerning the measurement of available soil nutrients Soil Sci., 1952. v.73, №4, p.263-271.

FLUXES AND BALANCE OF NITROGEN FROM FERTILIZERS AND SOIL UNDER CONDITIONS OF CROP ROTATION ON ERODED SODDY-PODZOLIC SOIL (¹⁵N STUDY): COMMUNICATION 1. WINTER RYE

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

Pryanishnikov Institute of Agrochemistry, Pryanishnikova ul. 31A, 127550 Moscow, Russia, info@vniia-pr.ru

In the three cycles of crop rotation on eroded soddy-podzolic soil with the application of ¹⁵N-labeled ammonium sulfate winter rye utilizes soil nitrogen better in 1.3–2.2 times and nitrogen from fertilizers in 1.1–1.4 times during the increase of hydrothermal coefficient from 1.3 to 1.7. This ensures the formation of higher rye productivity. The local application of nitrogen fertilizers increases the stability of winter rye agrophytocenosis. Under this treatment plants utilize more nitrogen from fertilizers and soil (in 1.5–2 and 1.3 times respectively). This practice also decreases the loss of nitrogen from fertilizers in 1.6 times. At the same time this approach increases the rye productivity by 8–20% and the content of raw protein in grain by 0.3–1.1% compared to the broadcasting application of fertilizers.
Keywords: ¹⁵N nitrogen isotope, relief elements, crop rotation, nitrogen fluxes, nitrogen balance, agrophytocenosis stability, crop quality.

УДК 631.8: 631.445.4: 631.85: 633.12.

УРОЖАЙНОСТЬ ЗЕРНА ГРЕЧИХИ В ОРЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СОРТА И УДОБРЕНИЙ

В.Г. Небытов, к.б.н., В.В. Коломейченко, член-корр. РАН, Орловский ГАУ имени Н.В. Парахина, В.И. Мазалов, к.с.-х.н., Шатиловская СХОС ВНИИЗБК

**302019, г. Орел, ул. Генерала Родина, д. 69 е - mail: nebytov@yandex.ru. Тел. 8 486 2 43 30 81
 303623, Орловская область, Новодеревеньковский р-н., п. Шатилово, д.79**

Показано, что сорта детерминантного морфотипа гречихи (Диалог, Дружина, Диккуль, Девятка и Темп), адаптированные к условиям юго-восточной зоны Орловской области, обладают высоким потенциалом продуктивности. В среднем за 2012-2017 гг. получена урожайность зерна гречихи 3,4-2,6 т/га. Для повышения устойчивости урожаев гречихи целесообразно выращивать сорт индетерминантного «краснострелецкого» морфотипа Инзерская, превосходивший в экстремальных условиях 2010