



Российская Академия Наук

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАСТЕНИЯМИ
АЗОТА УДОБРЕНИЙ**



Академик РАН

Алексей Анатольевич Завалин

Email: zavalin.52@mail.ru

Вопросы рассматриваемые в докладе:



- ❧ 1. Потери азота удобрений
- ❧ 2. Закрепление азота удобрений в почве
- ❧ 3. Методы расчета КИ азота из удобрений
- ❧ 4. Изменение КИ растениями азота удобрений
- ❧ 5. Эффект повышения КИ азота
- ❧ 5. Накопление нитратов в продукции

Потери азота удобрений из различных почв России

Форма азотного удобрения	Потери азота удобрений, % от применяемой дозы азота
Аммиачная селитра	11-48
Сульфат аммония	9-47
Мочевина	14-50
Натриевая селитра	26-49
Калиевая селитра	11-29
Цианамид кальция	10-39

Газообразные потери азота на дерново- подзолистой почве, г/м²

Показатель	Многолетние бобово-злаковые травы		Зерновые культуры		
	1-го года	2-го года	озимая рожь	овес	ячмень
Азот удобрений	1,32	0,99	2,64	2,63	2,82
Азот почвы	5,32	3,39	8,34	17,96	25,61
Симбиотический азот	11,62	7,23	-	-	-
Общий азот	18,26	11,61	10,98	20,59	28,43

Газообразные потери азота сульфата аммония при различной глубине внесения, % от применяемой дозы

Глубина внесения азота	Культуры (в числителе внесение экраном, в знаменателе- лентой)			
	озимая пшеница	гречиха	ячмень	картофель
Н в слой 0-10 см	32	25	32	35
Н на глубину 10 см	<u>29*</u>	<u>17</u>	<u>19</u>	<u>13</u>
	–	10	10	3
Н на глубину 20 см	<u>11</u>	<u>13</u>	<u>18</u>	<u>19</u>
	–	8	19	20
Н на глубину 30 см	<u>25</u>	<u>8</u>	<u>20</u>	<u>25</u>
	–	8	20	23

Размеры потерь азота в процессе водной эрозии на различных почвах, кг/га

Почва, регион	Потери азота со стоком, кг/га		
	жидким	твердым	общие
Чернозем типичный, Курская обл.	0,4-0,5	11,6-16,6	12,0-17,1
Дерново- подзолистая, Смоленская обл.	3,1-5,6	4,0-10,6	7,1-16,2
Дерново- подзолистая, Нечерноземная зона	1,4-12,5	0,2-1,5	1,6-9,1
Черноземы, Центрально- Черноземная зона	0,4-3,6	0,5-5,5	0,9-9,1
Дерново- подзолистая, Белоруссия	0,2-0,4	0,3-13,4	0,5-13,8
Дерново- подзолистая, Белоруссия	0,3-0,4	0,1-12,8	0,3-13,2

Размеры потерь азота в результате водной эрозии дерново-подзолистой почвы

Культура	Потери азота		
	общие, кг/га	с жидким стоком	с твердым стоком
Пропашные по зяби	13,8	$\frac{0,4}{3}$	$\frac{13,4}{97}$
Яровые зерновые по зяби	7,8	$\frac{0,3}{4}$	$\frac{7,5}{96}$
Озимые зерновые	3,0	$\frac{0,3}{10}$	$\frac{2,7}{90}$
Многолетние травы	0,5	$\frac{0,2}{40}$	$\frac{0,3}{60}$

* Числитель - потери, кг/га; знаменатель - потери, % от общих потерь с водной эрозией

Влияние атмосферных осадков на потери азота в результате вымывания



Число лет	Осадки	Вымывание азота, кг/га	
		зимний период	летний период
5	Недостаточные	11	1
7	Средние	16	7
3	Обильные	46	14

Статистическая характеристика изменчивости КИИ

Показатель Число наблюдений		Отклонение		Среднее	Стандартное отклонение	Коэффициент вариации
		min	max			
Коэффициент использования ^{15}N , % от внесенного	515	2,6	90,7	41,9	14,96	35,7
Коэффициент эффективности и потребления азота, % (разностный КИУ)	515	29	221	65,9	1379,38	56,4

Сравнительная характеристика разных способов расчета КИИ

Условия опыта и дозы удобрений			Способ расчета коэффициента использования	
вид опыта	доза	изотопный	разностный	регрессионно-разностный по выносу общего азота
Микрополевой с ячменём, Naa	3-12 г/м²	42,2	73,1	51,2
То же, Nc	3-12 г/м²	47,4	94,1	48,2
Полевой с озимой пшеницей, Nc	58-234 кг/га	80,1	116,7	85,2

Использование растениями азота из различных форм удобрений, % от внесенной дозы (^{15}N)

Культура	Удобрение					
	Аммиачная селитра (Naa)	Аммоний сернокислый (Na)	Мочевина (Nm)	Селитра натриевая (Nc)	Селитра кальциевая (Nckц)	Аммоний хлористый (Nx)
Гречиха	54	55	59	-	57	-
Картофель	37	70	-	47	-	-
Кукуруза	42	59	29	78	71	33
Многолетние травы	39	50	47	54	48	-
Овес	58	49	52	51	-	-
Пшеница озимая	48	31	35	-	-	30
Пшеница яровая	42	44	44	48	-	-
Рис	-	37	30	-	18	-
Хлопчатник	33	22	43	-	36	-
Ячмень	39	45	52	47	48	-

Использование азота гречихой на различных типах почв при разбросном и локальном внесении удобрения 15N

Почва, регион	Способ внесения азотных удобрений	Использование азота удобрения, % от внесенного
Дерново-подзолистая, Московская обл.	Вразброс	44,3
	Локально	63,3
Серая лесная, Московская обл.	Вразброс	41,0
	Локально	62,5
Чернозем выщелоченный, Орловская обл.	Вразброс	62,5
	Локально	88,3

Коэффициент КИН сельскохозяйственными культурами (по данным исследований с применением 15N)

Культура	КИН, %	Культура	КИН, %
Гречиха	50-63	Овес	38-49
Капуста белокочанная	52-58	Овсяница луговая	28-81
Картофель	34-48	Озимая пшеница	31-50
Клевер	42-46	Озимая рожь	29-52
Кормовые бобы	53-57	Просо	52-53
Кормовая свекла	25-71	Райграс	27-35
Кострец безостый	53-72	Рапс	45-72
Кукуруза (зеленая масса)	33-50	Рис	16-29
Лен	26-36	Свекла сахарная	31-51
Люпин	43-49	Свекла столовая	33-47
Лук	25-46	Тимофеевка	36-66
Многолетние травы (злаковые)	38-57	Яровая пшеница	31-42
Многолетние травы (бобово-злаковые)	21-35	Ячмень	34-45
Морковь столовая	18-26		

Изменение КИН и окупаемости азота удобрений прибавкой урожая зерна яровой пшеницы при инокуляции семян биопрепаратами

Почва	КИН, %		Окупаемость N удобрения, кг/кг	
	без инокуляции	инокуляция	без инокуляции	инокуляция
Дерново-подзолистые песчаные, супесчаные	36	39	11,7	24,3
Дерново-подзолистые легкосуглинистые	50	60	25,0	40,7
Дерново-подзолистые среднесуглинистые	43	46	13,0	19,7
Серые лесные	29	31	8,3	17,7
Черноземы	28	46	9,0	20,7

Баланс азота удобрения при различных сроках внесения под озимые культуры, % от внесенной дозы



Срок внесения	Дерново-подзолистая песчаная почва			Дерново-подзолистая суглинистая		
	исполь- зовано растени- ями	закре- плено в почве	потери	исполь- зовано растени- ями	закреплено в почве	потери
Осенью	14	18	78	15	26	59
Весной по «черепку»	44	16	40	35	25	40
Весной в начале вегетации	66	15	19	51	21	28

Использование яровой пшеницей азота из биомодифицированной аммиачной селитры на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве

Микрополевой опыт с ^{15}N			Полевой опыт	
Вариант	КИН, %		вариант	КИН, %, разности
	разносный	изотопный		
N 4,5	89	44	N45	46,2
N 9,0	58	23	N90	47,9
N 4,5 +биопрепарат	128	51	N45 +биопрепарат	68,4
N 9,0+ биопрепарат	74	28	N90+ биопрепарат	56,3

Включение азота удобрений в нитраты листьев шпината при различных дозах и соотношении азота, фосфора и калия в удобрении

Варианта опыта*	Содержание $N-NO_3$ мг/кг сырого вещества	Доля азота удобрения в $N-NO_3$, %
$N_0P_0K_0$	427	-
$N_1P_1K_1$	383	35,1
$N_2P_1K_1$	722	36,6
$N_1P_2K_1$	107	16,3
$N_1P_1K_2$	108	18,2

*- 1 доза равна 9 г/м² действующего вещества, доза 2 = 22,5 г/м².

Участие азота минеральных удобрений (^{15}N), азота почвы и азота подстилочного навоза в накоплении нитратов в клубнях картофеля



Что обеспечит повышение коэффициента использования азота растениями



В 2017 г. в РФ произведено азотных удобрений 10,1 млн. т.д.в.

Внесение минеральных удобрений в земледелии РФ составляет около 3,2 млн. т при соотношении N:P:K= 1:0,37:0,23, объем применяемых азотных удобрений равен около 2 млн. т. д.в.

При среднем значении КИН = 50%, растениями используется примерно 1 млн. азота.

Потери и мобилизация в почве составляет примерно такую же величину. Стоимость азота, неиспользованного на формирование урожая может составить по очень приблизительным оценкам около $383 \cdot 10^8$ рублей (цена 1 т N в форме N_{aa} - 38,2 тыс. руб., 1 т N в форме N_m - 39,1 тыс. руб.)

При увеличении КИН из удобрений хотя бы на 1% эффект достигнет около $400 \cdot 10^6$ рублей.



Спасибо за внимание