

2. Агеева П.А., Лукашевич М.И., Почутина Н.А. Люпин – перспективная высокобелковая кормовая культура для различных регионов Российской Федерации // Нива Татарстана. – 2013. - № 4-5. – С. 35-37.
3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

## VARIABILITY AND INTERRELATIONSHIP OF PRODUCTIVITY ELEMENTS IN WHITE LUPIN VARIETIES

**M.V. Zakharova, M.I. Lukashevitch, T.V. Sviridenko**

The All-Russia Research Institute of Lupine

**Abstract:** Test results of variability and interrelationship of the main structure and functional elements of seed productivity for different varieties of white lupin are given.

**Keywords:** white lupin, variety, variability, interrelationship of characters.

УДК 633.:367.2:551.58.

## НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ БИОЛОГИИ ФОРМИРОВАНИЯ СЕМЕННОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ ЛЮПИНА ЖЕЛТОГО (*LUPINUS LUTEUS* L.)

**И.К. САВВИЧЕВА, М.Г. ДРАГАНСКАЯ**, доктора сельскохозяйственных наук,

**П.Ю. ЛИЩЕНКО, Л.А. НИКОЛАЕВА, В.В. ЧАПЛЫГИНА**

ГНУ НСОС ВНИИ люпина, г. Новозыбков

e-mail: lupin\_mail@mail.ru

*Изучены признаки, определяющие семенную продуктивность желтого люпина, обусловленные генетическим потенциалом сорта и метеорологическими условиями в отдельные фазы онто- и органогенеза растений. Определены коэффициенты корреляционной связи метеоусловий с продуктивностью, указывающие на наиболее уязвимые фазы развития люпина, определяющие опадение цветков и завязей, а также отрицательно влияющих на развитие корневой системы.*

**Ключевые слова:** люпин желтый, семенная продуктивность, абортивность, гидротермический коэффициент.

Значение и использование люпина в сельскохозяйственном производстве определяют его ценные свойства: высокое содержание белка в семенах и зеленой массе, возможность выращивания без внесения азотных удобрений благодаря азотфиксации, усвоение труднорастворимых фосфатов, перенос элементов питания из глубоких слоев почвы в пахотный горизонт. Люпин-основа создания принципиально новых ресурсосберегающих технологий, экологически чистых систем земледелия [1, 2].

Желтый люпин способен давать высокие урожаи семян и зеленой массы на малопродуктивных легких и средних по механическому составу почвах, имеет сочные, долго не грубеющие стебли, хорошую облиственность.

Желтый кормовой люпин, в зерне которого содержится 40-45, а в зеленой массе 1,9-2,0% белка, является одним из резервов решения проблемы кормового белка для получения животноводческой продукции, улучшения качества кормов за счет их протеиновой сбалансированности. Зерно люпина является прекрасным сырьем для создания пищевых продуктов, обладающих диетическими и лечебно-профилактическими свойствами [2, 3].

Возделывание люпина способствует окультуриванию пахотного горизонта, существенно улучшая азотный режим почвы, благодаря накоплению в растительных остатках до 150-300 кг/га фиксированного из воздуха азота. В благоприятные годы желтый люпин обеспечивает урожайность зерна 2,0-2,5 т/га, зеленой массы 60-65 т, сбор белка с га 8-14ц.

**Условия и объекты исследований.** Изучение формирования семенной продуктивности люпина желтого проведено в селекционно-семеноводческих посевах Новозыбковской опытной станции в 2010-2013гг.

Почва дерново-подзолистая, песчаная, содержание гумуса 1,2-1,5%, при низкой насыщенности основаниями, содержание  $K_2O$  - 30-50,  $P_2O_5$  - 250-270 мг/кг, рН 5,0-5,5.

Метеоусловия в годы исследований были различными как по выпадению осадков, так и по температурному режиму. Наиболее благоприятные условия для роста и развития люпина сложились в 2012 году, очень засушливым и жарким был 2013.

Исследования проводились на 4-х сортах желтого люпина, различающихся по габитусу растений, типу роста, ветвлению, окраске семенной кожуры, продолжительности вегетационного периода.

**Дружный 165** - среднеспелый сорт, быстрорастущего типа роста, симподиального ветвления с детерминацией боковых ветвей на уровне 2<sup>-го</sup>- 3<sup>-го</sup> порядка, высота растений 65-80 см, продолжительность вегетационного периода 105-115 дней, от фазы приспевающий боб идет интенсивное усыхание листовой поверхности, окраска семенной кожуры серая крапчатая с ясно выраженным белым серпом.

**Надежный** - наиболее скороспелый из изучаемых сортов, продолжительность вегетационного периода 90-95 дней, тип роста быстрорастущий, отличается от Дружного 165 более ксероморфной структурой листа и меньшим побегообразованием. Окраска семян белая без рисунка, бутон темный.

**Престиж** - среднепоздний сорт, вегетационный период 110-115 дней, тип роста промежуточный, имеет хорошее ветвление и высокую облиственность. Окраска семенной кожуры серая с ясно выраженным белым серпом. Высота растений 70-80 см.

**СН-1-00-29** – тип роста быстрорастущий, высота растений 70-75см, ветвление симподиальное с детерминацией ветвей 2<sup>-го</sup> порядка, вегетационный период 95-100 дней, семена серые крапчатые с ярко выраженным серпом.

**Результаты исследований.** Генетический потенциал продуктивности растения люпина желтого складывается из семян главной цветочной кисти и боковых побегов и зависит от архитектоники растения, числа и расположения боковых ветвей, продолжительности вегетационного периода.

Цветочная кисть главного побега в производственных посевах имеет 7-10 пятицветковых мутовок. Цветение, начинаясь с нижнего яруса, постепенно передвигается вверх. В благоприятные годы процесс цветения продолжается 7-10 дней, в засушливые- 3-5, а в 2013 г., очень жарком и сухом, закончилось за 1-2 дня.

Каждый цветок формирует 5-7 гнездный боб, что дает возможность получить с главного побега 35-50 бобов, 175-200 зерен или 15-20 г семян. В этом случае потенциальный урожай зерна, при густоте стояния 40-60 растений на 1 м<sup>2</sup>, может составить 600-1200 г/м<sup>2</sup> или 6-12 т/га. Однако получаемые урожаи семян в производстве далеки от потенциальных и не превышают 0,7-1,0 т/га [1, 4-5].

Причин такого резкого падения урожайности несколько. Растение люпина формирует на главном цветоносе 35-45 цветков, но завязь бобов не превышает 50-70%, а к созреванию их число еще уменьшается за счет сброса уже завязавшихся плодов. В увлажненные годы потери составляют 6-10, сухие - 15-20 и к уборке сохраняется 30-50% плодов из потенциально возможных.

Отмечены два периода опадения элементов генеративной сферы:

I - осыпание (сброс) цветков главной кисти, опадают в основном с верхних (5-7) мутовок.

II - сброс уже завязавшихся бобиков верхних ярусов, происходящий через 2-3 недели после окончания цветения главной кисти.

Из изучаемых сортов генетический потенциал продуктивности Престижа оказался более низким, чем у Надежного, Дружного 165 и СН-1-00-2-9 по количеству цветков на главной кисти на 0,8, 9,0 и 4,0%; соответственно; завязавшихся бобов – на 7,0, 7,0 и 26%; созревших – на 7,0, 4,0 и 23%. В среднем отношение цветки - завязавшиеся и созревшие бобы у сортов Престиж и Дружный 165 одинаково 1:0.53:0.41 и 1:0.52:0.39. Выше оно для сорта Надежный 1:0.57:0.44 и СН-1-00-2-9 - 1:0.65:0.49 (табл. 1).

Таблица 1

Потенциал главной цветочной кисти желтого люпина и его реализация

Сорта, сортообразцы	Год	Количество на главной кисти, шт.			% завязавшихся бобов к количеству цветков	Отношение созревших бобов, %	
		цветков	завязавшихся бобов	созревших бобов		к завязи	к числу цветков
Дружный 165	2011	37,5	15,8	12,9	42,6	81,6	34,4
	2012	43,6	21,9	17,9	50,1	81,7	41,0
	2013	40,8	26,0	17,0	63,6	65,4	41,4
	Ср.	40,6	21,2	15,9	52,1	76,2	39,1
Престиж	2011	33,0	15,4	12,0	46,6	77,9	36,3
	2012	39,6	19,2	18,2	48,6	94,8	45,9
	2013	39,0	24,8	15,8	63,4	63,7	40,5
	Ср.	37,2	19,8	15,3	53,3	78,8	41,5
СН-1-00-2-9	2011	36,1	19,9	15,0	55,5	75,4	41,1
	2012	40,6	27,0	21,9	66,3	81,1	53,9
	2013	39,0	28,2	19,6	71,6	69,5	51,5
	Ср.	38,6	25,0	18,8	64,6	75,3	48,9
Надежный	2011	35,2	15,4	11,5	44,0	74,7	32,6
	2012	39,2	19,8	18,0	50,5	90,9	45,9
	2013	38,2	28,5	19,6	77,4	68,8	51,4
	Ср.	37,5	21,2	16,4	56,4	78,1	43,7

Отмечено, что количество цветковых почек и образовавшихся бобов зависит от их месторасположения на главном цветоносе. В I мутовке нижнего яруса часто встречаются уродливые цветки, которые не образуют бобов, недоразвитые цветочные почки есть и в более высоких ярусах: обычно цветки последних 7-8<sup>-ого</sup> ярусов стерильны.

Наиболее продуктивными по завязи бобов являются 2-3<sup>-я</sup> мутовки, с увеличением номера яруса число бобов постепенно падает, а в 5-6 мутовке образуются единичные бобы (табл. 2).

В благоприятные годы среднее число семян в бобе достигает 5,0-5,5 штук, в засушливые количество их уменьшается до 3-4. Если в мутовках 1-3 ярусов у изучавшихся сортов закладывалось в среднем по 4,1-5,2 семегнезда и образовывалось по 3,3-5,0 полноценных семени, то в мутовках 4-6 ярусов формировалось только по 0,7-2,5 гнезда и 0,5-2,0 семени. Процент абортив-

ных семяпочек варьировал по метамерам от 5 до 20, постепенно увеличиваясь с продвижением вверх. В сухие годы процент абортированных семяпочек возрастает до 30-40 %.

Отмечены некоторые сортовые различия по числу семягнезд и проценту завязавшихся семян: наибольшие показатели получены у сорта Надежный – 4,1 и 85 %. При одинаковом количестве семягнезд 3,6-3,7, завязь семян у Престижа значительно ниже (78 %), чем у Дружного 165 (86 %). Наибольшей завязью семян при числе семягнезд 3,9 выделяется СН-1-00-2-9 – 90 %.

Таблица 2

Метамерные параметры семенной продуктивности главной кисти

NN цвето- точных мутовок	Среднее число бобов в мутовке, шт.			Среднее число семягнезд в бобе, шт.			Среднее число завязавшихся семян на боб, шт.			Масса 1000 семян, г		
	2012 г.	2013 г.	сред.	2012 г.	2013 г.	сред.	2012 г.	2013 г.	сред.	2012 г.	2013 г.	сред.
<b>Надежный</b>												
1	4,7	4,2	4,3	5,5	4,9	5,2	5,1	3,8	4,9	130	120	125
2	4,9	4,6	4,7	5,5	4,9	5,2	5,1	3,8	4,9	128	112	120
3	4,8	4,4	4,4	5,3	4,1	4,7	5,0	3,0	4,0	125	108	117
4	4,3	3,9	4,1	5,1	3,6	4,3	4,9	2,8	3,9	120	106	113
5	2,0	1,9	1,9	4,0	2,8	3,4	3,0	2,6	2,8	119	100	109
6	0,2	0,4	0,3	1,0	2,6	1,8	0,5	2,5	1,5	115	98	106
среднее	3,5	3,2	3,3	4,4	3,8	4,1	3,9	2,9	3,5	123	108	116
<b>Престиж</b>												
1	4,9	4,4	4,7	4,9	4,7	4,8	4,0	3,3	3,6	127	118	123
2	4,9	4,7	4,8	5,0	4,9	4,9	4,8	3,7	4,2	125	117	121
3	4,6	3,8	4,2	4,8	3,1	4,0	4,5	2,7	3,6	124	115	120
4	2,7	1,9	2,3	4,2	2,5	3,3	4,1	2,3	3,2	120	115	118
5	0,8	0,6	0,7	3,5	2,5	3,0	3,0	2,0	2,5	116	113	115
6	0,4	0,3	0,3	3,0	2,0	2,5	1,0	0,5	0,7	110	110	110
среднее	3,0	2,6	2,8	4,2	3,3	3,7	3,6	2,1	2,9	121	115	118
<b>Дружный 165</b>												
1	4,3	4,0	4,2	4,5	4,3	4,4	4,2	3,3	3,7	135	115	125
2	4,5	4,4	4,4	4,6	4,4	4,5	4,3	3,3	3,8	133	107	120
3	4,3	4,1	4,2	4,5	3,9	4,2	4,1	3,2	3,6	132	105	118
4	3,6	2,7	3,2	4,3	3,0	3,6	4,0	2,6	3,3	128	103	116
5	1,5	1,6	1,5	4,0	2,7	3,3	3,0	2,3	2,8	126	101	113
6	0,2	0,3	0,2	1,0	2,4	1,7	0,8	2,0	1,4	126	100	113
среднее	3,1	2,8	2,9	3,8	3,4	3,6	3,4	2,8	3,1	130	103	117
<b>СН-1-00-2-9</b>												
1	4,6	4,8	4,7	4,9	4,6	4,7	4,7	3,9	4,3	124	123	124
2	4,8	4,8	4,8	5,0	4,8	4,9	4,9	3,9	4,4	122	112	117
3	4,6	4,7	4,6	4,8	4,7	4,7	4,6	3,6	4,1	117	107	112
4	4,4	3,6	4,0	4,7	4,1	4,4	4,3	3,0	3,6	116	105	110
5	3,0	1,3	2,2	4,5	2,8	3,6	3,8	2,5	3,2	115	100	108
6	0,5	0,4	0,4	1,8	1,0	1,4	1,0	1,5	1,2	114	100	107
среднее	3,6	3,3	3,4	4,2	3,6	3,9	3,9	3,1	3,5	118	112	115

Масса 1000 семян подчиняется той же зависимости, отмеченной для бобов и семян: с увеличением номера яруса мутовки она падает, а в верхних ярусах семена зачастую плохо выполнены, мелкие, угловатые, щуплые (табл. 2).

Данные таблицы 2 показывают зависимость элементов продуктивности от метеоусловий года. В наиболее благоприятном 2012 г. число бобов в мутовке главной кисти, число заложившихся семягнезд, завязи семян в бобе, масса 1000 семян превосходит те же показатели засушливого 2013 г. на 10-20 %.

При анализе результатов исследований четко прослеживается метамерный характер изученных признаков. Увеличение или уменьшение параметров одного признака в метамере (мутовке) влечет за собою подобное изменение параметров всех взаимосвязанных с ним элементов. Наиболее четко зависимость всех признаков наблюдается в 1-3 мутовках.

Корреляционные связи между урожаем семян и фазами развития люпина, рассчитанные за 2010-2013 гг. показывают, что максимальный вклад в продуктивность дает фаза бутон-цветение, причем наибольшее значение имеет период обособления бутона [6].

Если поэтапно рассматривать взаимосвязь семенной продуктивности с метеоусловиями, можно отметить, что каждый период развития растений имеет свои приоритеты. В период всходов положительное влияние оказывают температуры воздуха и почвы. В период розетка - начало стеблевания, когда идет интенсивное развитие корневой системы, влияние температуры снижается, усиливается роль влагообеспеченности. В этот период коэффициенты корреляции осадки - урожай семян из низких и средних отрицательных значений достигают положительных величин, а положительные значения коэффициентов урожай - температура меняются на отрицательные (табл. 3).

Конец мая – это период роста главного стебля, закладки цветочного бутона, начало его обособления. Отмечено, хотя и слабое, положительное влияние температуры почвы и отрицательное температуры воздуха.

Связь семенной продуктивности с осадками и коэффициентом ГТК имеет высокие отрицательные значения ( $r = -0,669; -0,897$ ).

Первая декада июня отмечена интенсивным ростом главного побега, обособлением и началом окрашивания бутона. Этот период имеет высокие значения коэффициентов корреляции между урожаем зерна и элементами метеоусловий. Коэффициенты, отражающие связь показателя ГТК и урожайности для всех изучавшихся сортов, имеют высокие положительные значения и варьируют от +0,780 до +0,838. В этот период на первое место выступает влагообеспеченность:  $r$  изменяется от +0,664 до +0,795. Высокое отрицательное значение имеют коэффициенты связи с температурами воздуха и почвы.

В период цветения главной кисти, роста и налива завязей (II-III декады июня) наибольшее отрицательное влияние оказывают температуры воздуха и почвы. Высокие температуры провоцируют ускоренное цветение, снижают жизнеспособность пыльцы, что повышает абортивность семяпочек и завязей.

Июль – растения достигают фазы сизого- и сизо-блестящего боба. Заканчивается налив семян, идет закладка семяпочек в них. В этот период урожайность растет за счет увеличения массы 1000 семян. Идет перераспределение пластических веществ из листьев, стебля, створок бобов в семя. В первой фазе этого периода еще отмечается положительное влияние температур воздуха и почвы, но к его окончанию снижается и их значение.

Третья декада июля – созревание растений и семян. Выпадение осадков приводит к вымыванию пластических веществ и снижению урожайности. В этот период коэффициенты корреляции урожая с осадками и показателями ГТК имеют высокие отрицательные значения, варьируя от -0,830 до -0,954, средние положительные  $r = 0,367-0,454$  урожая с температурой воздуха и почвы.

Таблица 3

Зависимость семенной продуктивности от метеорологических условий вегетационного периода

Сорта	Зависимость	Коэффициент корреляции, r								
		Май			Июнь			Июль		
		I дек.	II дек.	III дек.	I дек.	II дек.	III дек.	I дек.	II дек.	III дек.
Дружный 165	Урожай-осадки	-0,233	0,304	-0,932	0,689	-0,025	-0,019	0,042	-0,032	-0,944
	Урожай- $t^{\circ}C$ воздуха	0,169	-0,615	-0,168	-0,850	-0,554	-0,605	0,745	-0,329	0,367
	Урожай- $t^{\circ}C$ почвы	0,322	-0,689	0,469	-0,742	-0,094	-0,527	0,718	-0,418	0,418
	Урожай-ГТК	-0,238	0,370	-0,893	0,800	0,012	0,052	-0,021	-0,013	-0,865
Надежный	Урожай-осадки	-0,218	0,310	-0,938	0,664	-0,061	0	0,075	-0,065	-0,454
	Урожай- $t^{\circ}C$ воздуха	0,149	-0,642	-0,168	-0,832	-0,573	-0,620	0,728	-0,300	0,390
	Урожай- $t^{\circ}C$ почвы	0,292	-0,712	0,455	-0,720	-0,076	-0,554	0,695	-0,388	0,394
Престиж	Урожай-ГТК	-0,219	0,375	-0,897	0,780	0,046	0,077	0,011	-0,046	-0,880
	Урожай-осадки	-0,536	0,549	-0,755	0,775	-0,195	-0,336	-0,148	0,034	-0,891
	Урожай- $t^{\circ}C$ воздуха	0,470	-0,492	-0,454	-0,877	-0,635	-0,321	0,899	-0,266	0,454
	Урожай- $t^{\circ}C$ почвы	0,582	-0,644	0,259	-0,834	-0,407	-0,304	0,818	-0,414	0,444
СН-1-00-2-9	Урожай-ГТК	-0,534	0,608	-0,699	0,829	-0,071	-0,246	-0,226	0,044	-0,830
	Урожай-осадки	0,411	0,438	-0,848	0,759	-0,171	-0,205	-0,081	0,022	-0,921
	Урожай- $t^{\circ}C$ воздуха	0,348	-0,539	-0,326	-0,886	-0,593	-0,447	0,849	-0,315	0,405
	Урожай- $t^{\circ}C$ почвы	0,482	-0,659	0,369	-0,815	-0,218	-0,395	0,795	-0,439	0,400
	Урожай-ГТК	0,418	-0,501	-0,795	-0,838	-0,054	-0,126	0,153	-0,038	-0,847

### Заключение

Проведенная работа по изучению признаков, определяющих семенную продуктивность желтого люпина показала, что урожай семян это сложный признак, обусловленный с одной стороны генетическим потенциалом растения, а с другой - метеорологическими условиями, складывающимися в отдельные периоды и фазы онтогенеза и, особенно, органогенеза.

Коэффициенты корреляции связи урожая семян с метеорологическими условиями, вычисленные для различных периодов онтогенеза растений показывают, что наиболее уязвимой критической является фаза бутон-цветение, особенно первая ее часть- закладка и развитие бутона.

Вторым по значимости является период завязывания и налива бобов, когда повышенный уровень температуры воздуха ведет к опадению цветков и завязей ( $r = -0,5 - -0,6$ )

Отмечено отрицательное влияние повышенных температур воздуха ( $r = 0,492-0,642$ ) и почвы ( $r = 0,644-0,712$ ) в период развития корневой системы. Предположительно высокие температуры почвы ускоряют развитие корней, но замедляют их рост.

### Литература

1. Саввичев К.И. Морфо-биологические типы желтого люпина / Повышение производительности песчаных почв // Брянск, 1969, тр. Вып. 3. – С. 64-132.
2. Анохина В.С., Дебелый Г.А., Коноров П.М. / Люпин, селекция, генетика, эволюция // Минск. Изд. БГУ. – 2012. – С. 271.

3. Саввичев К.И. Пути повышения эффективности селекции желтого люпина. Организация промышленного производства// Минск. Ураджай.- 1979. – С.101-106.
4. Саввичева И.К., Лищенко П.Ю., Чаплыгина В.В., Николаева Л.А. / Потенциальная и реальная семенная продуктивность растений люпина желтого // Люпин – его возможности и перспективы. Брянск. – 2012. – С.113-116.
5. Гатаулина Г.Г., Медведева Н.В., Цыгуткин Н.С. / Продолжительность вегетации, урожайность семян и элементы структуры урожая разнотипных сортов белого люпина в условиях северной части Центрально-Черноземного района // Люпин – его возможности и перспективы. Брянск. – 2012. – С. 131-138.
6. Куперман Ф.М., Ржанова Е.И. / Биология развития растений // Москва. Изд. Высшая школа. – 1963. – 423 с.

## **SOME BIOLOGICAL ASPECTS OF SEED PRODUCTIVITY DEVELOPMENT IN YELLOW LUPIN (*LUPINUS LUTEUS* L.)**

**I.K. Savvitcheva, M.G. Draganskaya, P.Y. Lichenko, L.A. Nikolaeva, V.V. Tchaplygina**  
The Experimental Station of the Russian Lupin Research Institute, Novozybkov

***Abstract:** Characters which determine seed productivity of yellow lupin are studied. These characters depend on genetic variety's potential and meteorological conditions in some onto- and organogenesis periods of plants. Correlation coefficients are calculated for relation between meteorological conditions and productivity. They demonstrate the main susceptible phases of lupin development which appoint flowers and ovary shedding as well have negative affect on root system development.*

**Keywords:** yellow lupin, seed productivity, ovary shedding, hydro-thermal coefficient.

УДК 633.367.2:631.53.027.2+631.847.211

## **ВЛИЯНИЕ СРОКА ПРОТРАВЛИВАНИЯ И ИНОКУЛЯЦИИ СЕМЯН НА ПРОДУКТИВНОСТЬ И АЗОТФИКСИРУЮЩИЙ ПОТЕНЦИАЛ УЗКОЛИСТНОГО ЛЮПИНА**

**Т.Н. СЛЕСАРЕВА**, кандидат сельскохозяйственных наук  
**Л.И. ПИМОХОВА**, кандидат сельскохозяйственных наук  
**Ж.В. ЦАРАПНЕВА, Н.М. ЗАЙЦЕВА**

ГНУ ВНИИ люпина, г. Брянск  
E-mail: lupin\_mail@mail.ru

*В полевых условиях установлено, что протравитель витавакс в дозе – 1,5л/т не оказывает вредного действия на клубеньковые бактерии, если семена люпина узколистного протравливать за 30 и 45 дней до их бактеризации.*

**Ключевые слова:** люпин, протравители, клубеньковые бактерии.

Люпин имеет самый экологически чистый и энергосберегающий механизм накопления азота за счет симбиоза с клубеньковыми бактериями (*Rhizobium lupini*). Благодаря образованию на корнях клубеньков с азотфиксирующими бактериями люпиновое растение само питается азотом из этого источника и обогащает почву биологическим азотом. При благоприятных условиях симбиоза за вегетацию он усваивает 200 - 248 кг/га азота воздуха и превращает его в аммиачный