

## ВЛИЯНИЕ АГРОТЕХНИЧЕСКИХ ПРИЕМОМ НА НАКОПЛЕНИЕ ПОСЛЕУБОРОЧНЫХ ОСТАТКОВ ЯРОВОГО РАПСА

**В.Н. Шлапунов, В.А. Радовня, А.В. Аляпкин**  
*Полесский институт растениеводства,  
Гомельская обл., п. Кричицкий, Беларусь*

### ВВЕДЕНИЕ

Повышению плодородия почв в Беларуси всегда придавалось большое значение. Особо остро стоит эта проблема для легких почв, в которых органического вещества содержится в 2-3 раза меньше, чем в суглинистых. Органическая масса является важным источником элементов питания, а также повышает емкость поглощения почв и способна связывать не только гораздо больше питательных веществ из минеральных удобрений, но также до 7 раз больше воды, чем минеральная часть [1]. Гумусовые вещества обладают коллоидными свойствами и способствуют образованию структурных элементов, тем самым улучшая водно-воздушный режим. Сильно выраженная поглотительная способность и буферные свойства препятствуют резким сдвигам реакции среды при внесении больших доз минеральных удобрений.

Считается, что для бездефицитного баланса гумуса на легких почвах необходимо ежегодно вносить 15-17 т/га органических удобрений. Однако, корневые остатки также являются важной статьей прихода гумуса, за счет которых восстанавливается не менее 40% гумуса [2]. А посев на этих почвах многолетних бобовых трав выравнивает дефицит органического вещества за несколько лет. Указывается, что роль предшественника тем важнее, чем ниже плодородие почвы [1].

Многие авторы отмечают повышение урожайности зерновых культур, высеваемых после рапса [3, 4, 5]. В настоящее время общепризнано, что рапс наравне с многолетними бобовыми травами и удобренными навозом пропашными относится к «улучшающим» культурам севооборота, способным восстанавливать плодородие почвы [1].

Так, по данным И.В. Артемова [6], рапс «... оставляет в 1,5-2 раза больше корневых и пожнивных остатков, чем клевер, содержание в них органического вещества эквивалентно 15-20 т навоза, еще столько же содержится в соломе». Благодаря корневым выделениям и большому количеству пожнивных остатков рапс оказывает благоприятное воздействие на структуру почвы и с этим на водно-воздушный режим. Благодаря формированию большой надземной массы рапс активно подавляет развитие сорняков, в том числе и пырея ползучего [7]. Установлено, что размещение яровой пшеницы после крестоцветных культур способствует снижению развития корневых гнилей на ней в 1,4-2,3 раза, а также повышает биологическую активность почвы [3].

По мнению К.К. Сатубалдина [8], именно действие активных веществ, выделяемых корнями рапса, на микрофлору в почве является главной причиной полезного влияния рапса как предшественника.

Таким образом, положительный эффект, оказываемый рапсом и другими крестоцветными культурами в севообороте, объясняется комплексным влиянием на агрофизические и агрохимические показатели почвы, а также на ее фитосанитарное состояние. В почве значительно усиливаются различные микробиологические процессы, происходит накопление органического вещества. Ведущим же условием всех процессов является количество и качество растительных остатков, поступающих в почву.

В наших опытах по разработке агротехники ярового рапса на дерново-подзолистых связносупесчаных почвах Полесья [9] одновременно изучалось накопление им корневых и пожнивных остатков в зависимости от изучаемых приемов в сравнении с другими культурами. Полученные данные показывают, что приемы агротехники оказывают существенное влияние как на продуктивность нетоварной части урожая (солома и корни), так и на ее качество.

### МЕТОДИКА И ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Полевые опыты проводились в РНДУП «Полесский институт растениеводства». Почва опытного участка – дерново-подзолистая связносупесчаная, подстилаемая с глубины 1,4 м моренным суглинком. Содержание гумуса в почве 1,8%,  $P_2O_5$  – 180-220,  $K_2O$  – 160-187 мг/кг почвы,  $pH_{(KCl)}$  – 5,5-5,7. Опыты (схемы указаны в таблицах 1, 2) закладывались в 4-х кратной повторности, размер учетных делянок – 26-30 м<sup>2</sup>. Возделывание культур велось в рядовых посевах по интенсивной технологии, рекомендуемой для зоны. Уборка семян осуществлялась прямым комбайнированием, учет корневых остатков проводился на глубину пахотного горизонта (24 см) по методу почвенных монолитов, уро-

жайность соломы, включая стерневые остатки, рассчитывалась методом пробного снопа, содержание общего азота – по Къельдалю.

Погодные условия во время исследований были резко контрастными. В 2001 году количество осадков в апреле-июне было достаточным и превышало среднегодовую норму на 10%, наступившая во второй половине июля засуха незначительно повлияла на налив семян. Последующий 2002 год можно охарактеризовать как исключительно засушливый. Количество осадков за вегетационный период в этот год было в два раза меньше, чем в 2001 году, ГТК за это время составил 0,9 (против 1,7 в 2001 году).

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В наших опытах была оценена продуктивность нетоварной части урожая (солома и корни) наиболее распространенных сортов яровых культур в Полесской зоне Беларуси: рапса ярового, горчицы белой, редьки масличной, ячменя ярового, люпина узколистного (табл. 1). Согласно результатам двухлетних исследований наибольшую урожайность соломы имеют крестоцветные культуры: абсолютным лидером является редька масличная, яровой рапс уступает ей на 32,5%, горчица белая – на 47,4%. Урожайность соломы люпина узколистного была в среднем в два раза меньше редьки масличной. Наименьшую урожайность соломы обеспечил ячмень.

Таблица 1

### Характеристика нетоварной части урожая полевых культур (среднее 2001-2002 гг.)

Культура	Масса, ц/га абсолютно сухого вещества				Содержание азота, % абсолютно сухого вещества		Содержание азота в урожае нетоварной части, кг/га		
	солома	корни	всего	% соломы	солома	корни	корни	всего	% соломы
Рапс яровой Явар	52,2	15,9	68,1	76,7	0,79	1,01	16,1	57,1	71,8
Горчица белая Ярынка	40,7	10,7	51,4	79,0	0,75	1,07	11,4	41,7	72,9
Редька масличная Ника	77,3	13,1	90,4	85,5	0,72	0,89	11,6	67,7	82,7
Ячмень яровой Гастинец	30,8	8,3	39,1	78,8	0,55	0,90	7,5	24,3	69,1
Люпин узколистный Миртан	37,8	9,4	47,2	80,1	1,20	1,47	13,8	59,2	76,7
НСР <sub>05</sub>	10,2	2,9							

Несколько по-другому развивалась корневая система рассматриваемых культур. Наибольшее количество корневых остатков в пахотном горизонте оставляли яровой рапс и редька масличная (15,9 и 13,1 ц/га соответственно). Масса корней ячменя и люпина узколистного оказались наименьшими – 8,3-9,4 ц/га. По общему сбору растительных остатков (солома + корневые остатки) яровой рапс уступил лишь редьке масличной на 25% и в 1,4-1,7 раза превзошел ячмень и люпин узколистный. Количество растительных остатков, поступающих в почву после ярового рапса, оказалось сравнимым с количеством растительных остатков после многолетних трав. К примеру, А.А. Усеня [10] приводит данные, что после двухлетнего возделывания клеверо-тимофеечной смеси в почве остается 62,4 ц/га растительных остатков.

Солома зерновых культур в отличие от зернобобовых отличается низким содержанием азота. Солома крестоцветных культур занимает промежуточное значение. Однако благодаря высокой урожайности соломы общее содержание азота в урожае нетоварной части (солома+корни) ярового рапса незначительно уступило люпину узколистному и в 2,3 раза превзошло ячмень.

В отличие от озимых зерновых корни ячменя отличаются высоким содержанием азота [11]. В наших опытах у ячменя и у крестоцветных культур оно оказалось практически равным (0,89-1,07%), и значительно выше у люпина (1,47%).

Расчеты показали, что наибольшим содержанием азота в нетоварной части урожая (солома + корни) отличается редька масличная. Рапс яровой и люпин узколистный уступают ей на 13-16%, ячмень – в 2,8 раза.

Солома крестоцветных и зернобобовых культур обычно измельчается и поступает в почву. Солома же ярового ячменя или остается на поле, или отчуждается. В последнем случае масса стерневых остатков составляет не более 5 ц/га. В результате и общее количество пожнивных остатков

(стерня + корни), поступающих в почву, а также содержащегося в них азота сокращается до 13,3 ц/га и 10,2 кг/га соответственно. Если исходить из того, что это обычно встречаемый в производстве вариант, получается, что по сравнению с ячменем при возделывании редьки масличной в почве с органическими остатками поступает азота в 6,6 раза больше, и в 5,7-5,9 раз больше при возделывании рапса ярового и люпина узколистного, а это эквивалентно его содержанию в 11,4-13,5 т навоза.

Следует отметить, что данные расчеты поступления азота несколько условны, т.к. не учитывают корневой и растительный опад при жизни растений, довольно значительный у крестоцветных (в наших опытах в фазе цветения масса листьев ярового рапса достигала 5-6 т/га или 0,6-0,7 т/га абсолютно сухого вещества). Кроме того, довольно большая часть корней люпина и крестоцветных культур находится в подпахотном горизонте, что не учитывалось в наших расчетах. Некоторые авторы указывают на большое положительное влияние поступления органической массы в почву на развитие гетерогенных азотфиксаторов, количество фиксируемого ими азота в прикорневой зоне достигает 20 кг/га азота [12]. Вместе с тем растительные остатки с узким соотношением C:N быстро разлагаются в почве, что делает возможным вымывание азота из пахотного слоя.

В наших опытах выявлено также значительное влияние приемов агротехники на формирование соломы, корней, а также накопление в них азота. Так, увеличение уровня азотного питания ярового рапса с  $N_0$  до  $N_{60-120}$  на фоне внесения  $P_{60}K_{90}$  увеличивало не только урожайность маслосемян, но и урожайность соломы на 29-60% (табл. 2). Развитие корневой системы при этом несколько уменьшалось.

Таблица 2

**Развитие корневой системы и урожайность соломы ярового рапса в зависимости от приемов агротехники**

Доза азота	Норма высева семян, млн. шт./га	Урожайность маслосемян, ц/га			Пожнивные остатки							
					Урожайность соломы, ц/га			Масса корневых остатков, ц/га			Всего, ц/га	
		2001 г.	2002 г.	среднее	2001 г.	2002 г.	среднее	2001 г.	2002 г.	среднее	среднее	
$N_0$	1,5	21,4	13,7	17,6	36,2	27,1	31,7	25,3	13,5	19,4	51,0	
	3,5	24,1	11,0	17,6	55,4	18,8	37,1	22,0	12,3	17,1	54,2	
$N_{60}$	1,5	32,2	15,7	24,0	46,6	35,5	41,0	22,0	16,3	19,1	60,2	
	3,5	30,6	12,4	21,5	67,1	32,8	50,0	18,5	18,3	18,4	68,3	
$N_{120}$	1,5	37,3	18,3	27,8	53,8	47,9	50,8	20,0	16,1	18,1	68,9	
	3,5	32,8	14,5	23,7	72,3	40,1	56,2	18,8	10,5	14,6	70,8	
НСП <sub>05</sub> доза азота		4,7	2,2		5,2	4,4		2,6	2,1			
норма высева		3,3	1,5		8,2	6,2		2,0	4,2			

В 2001 году на фоне азотного питания  $N_{0-60}$  и нормы высева семян 1,5 и 3,5 млн. шт./га не оказывали существенного влияния на урожайность маслосемян. С увеличением уровня азотного питания до  $N_{120}$  урожайность маслосемян была на 12% больше в разреженных посевах. В последующем 2002 году, отличавшемся резким дефицитом влаги в период формирования и налива семян, наибольшая урожайность маслосемян при всех уровнях азотного питания достигалась при норме высева 1,5 млн. шт./га.

При загущении в благоприятный 2001 год урожайность соломы повышалась до 34%, в засушливый 2002 – значительно снижалась. При этом по мере ухудшения азотного питания во влажный 2001 год прослеживалась тенденция увеличения массы корней, в сухой она была наибольшей при умеренной дозе азота (60 кг/га по д.в.).

Рассматриваемые агроприемы оказали также определенное влияние на химический состав товарной и нетоварной части урожая. При возделывании ярового рапса в загущенных посевах без внесения азотных удобрений содержание азота в соломе было наименьшим. С увеличением доз азотных удобрений содержание азота в соломе повышалось до 0,65-0,74% (табл. 3).

В корнях на контрольном варианте ( $N_0$ ) содержание азота в загущенных посевах было наибольшим, что объясняется небольшими размерами главных корней. При повышении доз внесения азота до  $N_{120}$  содержание азота в корнях повышалось на 23-40% только при норме высева от 1,5 млн. шт./га семян. В загущенных посевах наблюдалось небольшое снижение содержания азота в корнях.

На общее поглощение азота всем урожаем ярового рапса наиболее существенный вклад оказали дозы азотных удобрений. Нормы высева повлияли лишь на перераспределение азота между частями урожая (табл. 4).

На контрольном варианте общий биологический вынос азота не зависел от норм высева и вероятно лимитировался лишь количеством доступного азота в почве. По мере увеличения доз внесения азотных удобрений вынос азота увеличивался, однако удельный вес его содержания в нетоварной части урожая (солома + корни) оставался прежним – 37-39% от биологического выноса. На фоне азотного удобрения N<sub>120</sub> наблюдалось повышение поглощения азота соломой и уменьшенное его потребление корнями, т.е. растения ярового рапса не смогли своевременно утилизировать потребленный азот.

Расчеты показывают, при удобрении ярового рапса в дозе N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub> количество азота, оставшегося в растительных остатках, равноценно его содержанию в 10,5-12,4 т навоза, а при внесении N<sub>120</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub> – 13,6-14,4 т навоза.

В соломе и корнях ярового рапса остается примерно такая же доля фосфора, как и азота (38-46% от общего потребления или 32-40 кг/га). В противоположность этим элементам, основная часть калия остается на поле (83-87% от общего потребления или 194-221 кг/га). Такое количество калия содержится в 32,3-36,8 т подстилочного навоза.

Таблица 3

**Содержание азота в растительной массе ярового рапса в зависимости от приемов агротехники (среднее 2001-2002 гг.), %**

Доза азота	Норма высева семян, млн. шт./га	Семена	Солома	Корни
N <sub>0</sub>	1,5	3,90	0,65	0,89
	3,5	3,72	0,55	1,14
N <sub>60</sub>	1,5	3,56	0,63	1,10
	3,5	3,78	0,65	1,03
N <sub>120</sub>	1,5	3,66	0,73	1,25
	3,5	3,73	0,74	0,94

Таблица 4

**Вынос азота при различных нормах высева, кг/га**

Нормы высева, млн. шт./га	Семенами	Соломой	Корнями	Биологический вынос	Семена+ солома	Солома+ корни
Без азотных удобрений						
1,5	63,4	20,6	17,3	101	84,0	37,9
3,5	62,5	20,4	19,5	102	82,9	39,9
% к 1,5 млн. шт./га	98,6	99,0	112,9	101	98,7	105
60 кг/га д.в. азотных удобрений						
1,5	75,9	25,8	21,0	123	102	46,8
3,5	80,0	32,5	19,0	131	113	51,5
% к 1 млн. шт./га	105	126	90,2	107	110,6	110
120 кг/га д.в. азотных удобрений						
1,5	97,8	37,1	22,6	158	135	59,7
3,5	84,9	41,6	13,7	140	126	55,3
% к 1 млн. шт./га	86,8	112	60,7	89,0	93,8	92,6

## ВЫВОДЫ

1. При возделывании ярового рапса в почву поступает большое количество органической массы (52,2 ц/га соломы и 15,9 ц/га корневых остатков) и азота (57 кг/га), сравнимое с люпином узколистным.
2. Урожайность соломы и корней, содержание в них азота существенно зависит от погодных условий и от применяемых агротехнических приемов. С увеличением уровня азотного питания с  $N_0$  до  $N_{60-120}$  на фоне внесения  $P_{60}K_{90}$  урожайность соломы повышается от 31,7-37,1 ц/га до 50,8-56,2 ц/га. Масса корней при этом практически не изменяется.
3. В загущенных посевах (норма высева 3,5 млн. шт./га) с увеличением доз внесения азотных удобрений содержание азота в соломе повышается с 0,55% до 0,65-0,74%, содержание азота в корнях, напротив, несколько снижается. В разреженных посевах содержание азота в соломе повышается с 0,65 до 0,73%, а содержание азота в корнях – с 0,89 до 1,25%.
4. По мере увеличения доз внесения азотных удобрений вынос азота увеличивается, однако удельный вес его содержания в нетоварной части урожая (солома + корни) остается практически на одном уровне – 37-39% от биологического выноса. При удобрении ярового рапса в дозе  $N_{60-120}P_{60}K_{90}$  и возделывании при нормах высева 1,0-3,5 млн. шт./га количество азота в растительных остатках эквивалентно его содержанию в 10,5-12,4 и 13,6-14,4 т навоза.
5. В соломе и корнях ярового рапса остается 38-46% от общего потребления фосфора (или 32-40 кг/га) и основная часть калия (83-87% от общего потребления или 194-221 кг/га). Такое количество калия содержится в 32,3-36,8 т подстилочного навоза.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Благовещенская, З.К. Интенсивное производство зерна / З.К. Благовещенская. – М.: Агропромиздат, 1985. – 429 с.
2. Богдевич, И.М. Научные основы применения удобрений в Западном регионе СССР / И.М. Богдевич, К.К. Бривилан, И.Ю. Вайтекунас. – Мн.: Ураджай, 1981. – 200 с.
3. Осипович, А.М. Влияние предшественников на урожайность яровой пшеницы / А.М. Осипович // Сб. науч. тр. – Мн., 2004. – Вып. 40: Земледелие и селекция в Беларуси. – С. 44-47.
4. Пилюк, Я.Э. О возделывании озимого рапса в РБ // Состояние и перспективы возделывания крестоцветных культур в Белоруссии / Я.Э. Пилюк, В.В. Сушкевич, Г.И. Шейгеревич. – Тезисы докладов науч. конф., Жодино 7-10 октября, 1996 г. – С. 4-6.
5. Zawislak, K. Tolerancja zboz na wieloletni siew po sobie / K. Zawislak, J. Tyburski, B. Rychcik // Osewni postupy, Brno, 1988 — № 2-4. – P. 191-199.
6. Артемов, И. В. Рапс / И.В. Артемов. – М.: Агропромиздат, 1989. – 44 с.
7. Гродзинский, А.М. Санитарная роль крестоцветных культур в севообороте / А.М. Гродзинский // Аллелопатия и продуктивность растений. – Киев, 1990. – С. 3-14.
8. Сатубалдин, К.К. Фитосанитарная роль рапса в севообороте / К.К. Сатубалдин // Защита растений и карантин. – 2004. – №10. – С. 48-49.
9. Шлапунов, В.Н. Особенности агротехники ярового рапса в условиях супесчаных почв Полеской зоны Беларуси / В.Н. Шлапунов, В.А. Радовня // Земляробства і ахова раслін. – 2004. – № 6. – С. 17-19.
10. Усеня, А.А. Влияние предшественника на биологическую активность и урожайность озимой ржи / А.А. Усеня // Сб. статей науч. работников и аспирантов / БелНИИЗК. – Мн.: 2002. – с.59-62.
11. Левин, Ф.И. Влияние культур на образование подвижных кумусовых веществ в дерново-подзолистых почвах / Ф.И. Левин, Е.А. Денисова // Агрохимия. – 1986. – № 10. – С. 82-88.
12. Умаров, М.М. Ассоциативная азотфиксация / М.М. Умаров – М.: Изд-во МГУ. – 1986. – 121 с.

## INFLUENCE OF AGRICULTURAL METHODS ON ACCUMULATION OF THE POSTHARVEST RESTS OF SUMMER RAPE

V.N. Shlapunov, V.A. Radovnya, A.V. Alyapkin

### Summary

The crop and the root residues of summer rape in comparison with other crops on sandy loam soils are studied. Influence of nitric fertilizers and seeding rates of summer rape on formation of straw and roots, and also the content in them of nutrients is shown.

Поступила 21 марта 2010 г.