

## ПОСТУПЛЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ С СОЛОМОЙ ЗЕРНОВЫХ И ЗЕРНОБОБОВЫХ КУЛЬТУР В ДЕРНОВО- ПОДЗОЛИСТУЮ СУПЕСЧАНУЮ ПОЧВУ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СИСТЕМЫ УДОБРЕНИЯ

А.П. Пехота

*Мозырский государственный педагогический университет им. И.П. Шамякина,  
г. Мозырь, Беларусь*

### ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в хозяйствах республики излишки соломы, неиспользуемые для нужд кормопроизводства и на подстилку животным, используют для удобрения. По данным [1] заплата в почву соломы в количествах, которые остаются в поле после уборки (2–5 т/га), не всегда приводит к повышению урожая. По мнению других авторов [2, 3] заплата соломы является эффективным агрономическим приемом, который способствует улучшению агрофизических и агрохимических свойств почвы. При заделке соломы в почву отпадает необходимость затрат по ее уборке что является одним из наиболее экономически выгодных приемов удешевления продукции. При уборке зерновых культур комбайнами с соломокопнителями затраты на уборку соломы примерно в два раза превышают затраты на уборку зерна [4].

Химический состав соломы широко изменяется в зависимости от почвенно-климатических условий, применяемой системы удобрения при возделывании культур, их видовых особенностей и других факторов. В среднем солома содержит азота 0,5 %, фосфора – 0,25 %, калия – 0,8 % и 35–40 % – углерода в форме различных органических соединений. В ней также имеется некоторое количество серы, кальция, магния и других микроэлементов. При заделке соломы в почву возвращается азота – 12–15 кг, фосфора – 7–8 кг и калия – 20–25 кг/га. Солома служит источником углерода для пополнения запасов органического вещества в почве и углекислоты для воздушного питания растений [5].

Солому желательно сначала заделать неглубоко (на 8–10 см) дискованием или лущением, а после запахать на нужную глубину. При заделке соломы в верхний слой почвы более интенсивно происходит минерализация органических соединений и уменьшается накопление токсичных веществ (в основном летучих кислот). При такой заделке соломы лучше протекают микробиологические процессы в почве, в том числе интенсивнее развиваются свободноживущие азотфиксирующие микроорганизмы [6].

При заделке соломы в почву необходимо добавлять минеральный азот из расчета 1 кг азота на 100 кг соломы для зерновых и 0,5 кг азота – для зернобобовых и 0,8 кг – для крестоцветных. Дополнительное внесение азотных удобрений снижает депрессивное действие соломы и повышает общую эффективность удобрений.

Однако вопрос о влиянии удобрительного действия соломы на урожайность сельскохозяйственных культур и агрохимические показатели почвы остается ма-

лоизученным. В настоящее время по данным Министерства сельского хозяйства и продовольствия республики, в хозяйствах излишки соломы, которые могут быть измельчены и запаханы в почву, составляют около 4,5 млн тонн. В связи с этим вопросы применения соломы различных культур на удобрение являются актуальными и требуют более детального проведения исследований.

Цель исследований – установить влияние систем удобрения на поступление элементов питания с соломой зерновых и зернобобовых культур в дерново-подзолистую супесчаную почву.

## ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводили в РУП «Минская ОСХОС НАН Беларуси» в многофакторном стационарном полевом опыте на дерново-подзолистой супесчаной почве. Фактор с использованием соломы на удобрение состоит из 2-х вариантов: 1. Без заправки соломы. 2. Заправка соломы с добавлением компенсирующей дозы азота. Фактор применения минеральных удобрений включал два варианта: 1. Без удобрений. 2. NPK. Размещение делянок в опыте систематическое, двухярусное. Общая площадь делянки – 63 м<sup>2</sup>, учетная – 35 м<sup>2</sup>. Ширина разделительной полосы между культурами и вариантами 1-го фактора по 2 м.

Опыт проводился со следующим чередованием культур: 1. Яровые. 2. Зернобобовые. 3. Озимые. 4. Крестоцветные. 5. Просо. Под зернобобовые культуры вносили фосфорные и калийные удобрения в дозе P<sub>60</sub>K<sub>90</sub>, под зерновые – N<sub>90</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub>. Агротехника возделывания сельскохозяйственных культур – общепринятая для Республики Беларусь.

В течение вегетационного периода проводили наблюдения за ростом и развитием растений. Уборка и учет урожая выполнены методом сплошного учета. В зерне и соломе были определены: содержание азота – (по Кьельдалю), фосфора – (ванадиево-молибдатным методом), калия – (пламеннофотометрическим). Полученные результаты обработаны методом дисперсионного и корреляционного анализа (программа STAT).

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Большое значение для оценки и определения качества сельскохозяйственных культур имеет содержание элементов питания в основной и побочной продукции, т.е. химический состав растений. Содержание азота в зерне озимой пшеницы было на 0,29–0,32 % выше, чем в зерне озимой ржи. Этот показатель в зерне озимой тритикале находился в пределах 1,64–1,99 %. Значительно выше было содержание азота в зерне зернобобовых культур: от 4,30–4,48 – у вики до 5,83–6,08 % – в люпине. Различий в содержании фосфора в зерне изучаемых в опыте культур не отмечалось. Установлено, что солома озимой ржи содержит азота 0,35–0,42 % и фосфора – 0,29–0,35 %, солома озимой пшеницы – азота – 0,69–0,76 % и фосфора – 0,34–0,42 %, солома озимого тритикале – 0,41–0,50 % и 0,28–0,31 % соответственно.

Вынос питательных веществ из почвы зависит от культуры, величины урожая основной и побочной продукции, ее химического состава, что обусловило различие в данном показателе по вариантам опыта. На отчуждение азота из почвы с

урожаем повлияло его различное содержание в зерне. В вариантах без заправки соломы с урожаем пшеницы этот показатель был выше на 31–41 кг/га по сравнению с озимой рожью и на 11–12 кг/га по сравнению с тритикале, в вариантах с заправкой соломы в почву эти различия были меньше (табл. 1).

Таблица 1

**Вынос элементов питания с урожаем озимых зерновых культур, кг/га**

Вариант опыта	Азот		Фосфор		Калий	
	без заправки соломы*	заправка соломы	без заправки соломы	заправка соломы	без заправки соломы	заправка соломы
<i>Озимая рожь</i>						
Без удобрений	49	45	19	20	59	10
N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	84	64	32	27	71	14
<i>Озимая пшеница</i>						
Без удобрений	80	60	36	26	77	19
N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	125	98	57	41	126	26
<i>Озимое тритикале</i>						
Без удобрений	69	62	35	31	75	17
N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	113	101	56	44	124	29

\* В варианте без заправки соломы вынос дан с учетом содержания элементов питания в соломе.

На вынос фосфора оказали влияние урожайность зерна и соломы и его содержание в продукции. Разница в выносе этого питательного вещества в зависимости от вида культуры была менее выражена по сравнению с азотом. Отчуждение калия из почвы с урожаем было выше у озимой пшеницы на 2–55 кг/га без заправки соломы и на 1–9 кг/га при заправке соломы по сравнению с озимой рожью и тритикале.

Существенно различались между собой зернобобовые культуры по выносу азота. В среднем за 2 года наибольшее отчуждение азота из почвы отмечено у люпина: 148–166 кг/га в варианте без заправки соломы и 130–138 кг/га с заправкой соломы. По сравнению с люпином вынос азота с урожаем гороха был на 77–78 кг/га ниже в варианте без заправки соломы и на 64–70 кг/га на фоне заправленной соломы. Вика по этому показателю занимает промежуточное положение (табл. 2). Аналогичная зависимость складывается и по выносу фосфора. Вынос калия в большей мере определялся величиной урожая. Более высоким его отчуждение было отмечено также у люпина. В варианте без заправки соломы этот показатель превышал на 7–28 кг/га вынос с урожаем гороха и вики, при заделке соломы в почву отчуждение калия для зернобобовых культур составило 27–43 кг/га.

В таблице 3 представлен суммарный вынос элементов питания из почвы с урожаем зерновых и зернобобовых культур за 3 года. Тенденция по отчуждению питательных веществ с урожаем в зависимости от биологических особенностей изучаемых в опыте культур сохранилась. Более высокий вынос азота получен при возделывании культур в звене севооборота ячмень + люпин + озимая рожь. В варианте без заправки соломы суммарный вынос азота составил 236–302 кг/га, с заправкой соломы – 209–241 кг/га.

Таблица 2

**Вынос элементов питания с урожаем зернобобовых культур, кг/га**

Вариант опыта	Азот		Фосфор		Калий	
	без запашки соломы*	запашка соломы	без запашки соломы	запашка соломы	без запашки соломы	запашка соломы
<i>Люпин</i>						
Без удобрений	148	130	38	29	80	38
P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	166	138	46	32	93	43
<i>Горох</i>						
Без удобрений	71	60	24	17	58	27
P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	88	74	30	24	75	32
<i>Вика</i>						
Без удобрений	88	75	30	22	62	32
P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	113	96	39	28	86	42

\* В варианте без запашки соломы вынос дан с учетом содержания элементов питания в соломе.

В звене севооборота яровая пшеница + горох + озимая пшеница и яровое тритикале + вика + озимое тритикале показатели выноса азота были близкими между собой. Различий в суммарном выносе фосфора с урожаем зерновых и зернобобовых культур не выявлено. Наиболее высокий суммарный вынос калия получен в звене севооборота яровая пшеница + горох + озимая пшеница, где при отчуждении побочной продукции с поля данный показатель находился на уровне 205–303 кг/га, при запашке соломы – на уровне 80–104 кг/га.

Таблица 3

**Вынос элементов питания с урожаем сельскохозяйственных культур, кг/га**

Вариант опыта	Азот		Фосфор		Калий	
	без запашки соломы*	запашка соломы	без запашки соломы	запашка соломы	без запашки соломы	запашка соломы
<i>Ячмень + люпин + озимая рожь</i>						
Без удобрений	236	209	85	64	189	72
N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	302	241	111	76	236	84
<i>Яровая пшеница + горох + озимая пшеница</i>						
Без удобрений	211	167	86	65	205	80
N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	300	235	135	95	303	104
<i>Яровое тритикале + вика + озимое тритикале</i>						
Без удобрений	198	171	90	71	187	75
N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	290	251	139	97	283	107

\* В варианте без запашки соломы вынос дан с учетом содержания элементов питания в соломе.

Солома является одним из дополнительных источников пополнения почвы органическим веществом. При запашке 31,2–60,7 ц/га озимой соломы в почву поступает 25,2–49,7 ц/га органического вещества. Количество возврата элементов питания с соломой в почву зависит от культуры, химического состава соломы, уровня минерального питания. Так, с соломой озимой пшеницы в почву поступило

на 14–18 кг/га азота и 1–5 кг/га фосфора больше, чем с соломой озимых ржи и тритикале. Возврат калия в почву с соломой пшеницы без внесения минеральных удобрений был на 2–10 кг/га выше по сравнению с рожью и тритикале. При внесении полного минерального удобрения возврат калия в почву с соломой тритикале превысил аналогичные данные у ржи и пшеницы на 1–25 кг/га.

В среднем за 2 года у зернобобовых в почву наибольшее количество азота поступило с соломой люпина – 20–26 кг/га, что на 6–8 кг/га больше, чем у гороха и вики. Возврат калия в почву с соломой люпина также характеризовался максимальной величиной и составил 44–52 кг/га, что выше на 8–12 кг по сравнению с горохом и викой. Возврат в почву фосфора с соломой всех зернобобовых был на одном уровне.

В итоге за 3 года с соломой зерновых и зернобобовых культур в почву поступило 63,3–96,3 ц/га органического вещества. В зависимости от изучаемых в опыте культур возврат азота составил 35–59 кг/га, фосфора – 28–44 кг/га, калия – 113–195 кг/га (табл. 4).

Таблица 4

**Поступление в почву органического вещества и элементов питания с соломой сельскохозяйственных культур**

Вариант опыта	ц/га			кг/га		
	солома	сухое вещество	органическое вещество	азот	фосфор	калий
<i>Ячмень + люпин + озимая рожь</i>						
Без удобрений	77,6	66,9	63,3	39	31	125
N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	100,4	87,3	82,4	58	44	180
<i>Яровая пшеница + горох + озимая пшеница</i>						
Без удобрений	81,9	70,1	66,1	46	28	127
N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	109,5	93,0	88,1	72	44	194
<i>Яровое тритикале + вика + озимая тритикале</i>						
Без удобрений	79,5	69,2	66,4	35	28	113
N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	117,4	100,4	96,3	59	43	195

Универсальным показателем, позволяющим сравнить и охарактеризовать различные культуры по степени поступления в почву элементов питания с соломой можно считать их возврат с 10 ц соломы. Изучаемые в опыте культуры различались по этому показателю, что было обусловлено как их биологическими особенностями, так и уровнем минерального питания. При внесении полного минерального удобрения удельное поступление элементов питания в почву с соломой было выше, чем в неудобранных вариантах (табл. 5). Исключение составили яровое тритикале, люпин и горох, где удельный возврат фосфора был равным в обоих вариантах.

Наибольшее поступление азота в опыте отмечено у люпина (7,4–8,9 кг/га), а наименьшее – у озимой ржи (2,9–3,7 кг/га). В целом, в зависимости от видового состава соломы определено, что наиболее высоким возвратом этого элемента характеризовались зернобобовые, минимальным – озимые зерновые культуры.

По удельному возврату фосфора также отмечены различия. Наиболее высоким этот показатель был у ячменя (5,7–7,0 кг/га), наименьшим – у озимого тритикале (2,4–2,6 кг/га). Зернобобовые занимали промежуточное положение.

**Удельный возврат элементов питания в почву с 10 ц соломы  
сельскохозяйственных культур, кг/га**

Вариант опыта	Азот	Фосфор	Калий
<i>Ячмень</i>			
Без удобрений	5,2	5,7	15,5
N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	6,0	7,0	17,8
Среднее	5,7	6,4	16,7
<i>Яровая пшеница</i>			
Без удобрений	4,6	3,8	13,4
N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	5,8	4,5	15,9
Среднее	5,3	4,2	14,8
<i>Яровое тритикале</i>			
Без удобрений	3,4	4,4	10,7
N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	4,1	4,4	15,2
Среднее	3,8	4,4	13,4
<i>Яровые зерновые</i>			
Без удобрений	4,4	4,5	13,2
N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	5,3	5,2	16,1
Среднее	4,9	4,9	14,9
<i>Люпин</i>			
Без удобрений	7,4	4,4	16,3
P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	8,9	4,5	17,8
Среднее	8,2	4,4	17,1
<i>Горох</i>			
Без удобрений	6,2	4,2	17,7
P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	7,6	4,2	18,5
Среднее	7,0	4,2	18,1
<i>Вика</i>			
Без удобрений	6,9	4,5	15,8
P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	8,0	5,2	17,9
Среднее	7,5	4,8	17,0
<i>Зернобобовые</i>			
Без удобрений	6,9	4,4	16,6
P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	8,2	4,6	18,0
Среднее	7,6	4,5	14,4
<i>Озимая рожь</i>			
Без удобрений	2,9	2,6	16,3
N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	3,7	3,1	18,0
Среднее	3,4	2,9	17,4
<i>Озимая пшеница</i>			
Без удобрений	5,9	2,8	15,7
N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	6,6	3,6	18,4
Среднее	6,3	3,3	17,3
<i>Озимое тритикале</i>			
Без удобрений	3,4	2,4	14,2
N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	4,3	2,6	16,8
Среднее	3,9	2,5	15,7
<i>Озимые зерновые</i>			
Без удобрений	4,1	2,6	15,3
N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	4,9	3,1	17,7
Среднее	4,6	2,9	16,7

Самым высоким среди элементов питания было удельное поступление в почву калия. Связано это с особенностями калийного питания растений. Этот показатель колебался от 13,4 кг/га у ярового тритикале до 18,1 кг/га у гороха.

## ВЫВОДЫ

1. С соломой озимых зерновых культур в почву запахано 25,2–49,7 ц/га органического вещества в зависимости от культуры и уровня минерального питания. В почву поступило азота 9–36 кг/га, фосфора – 8–20 кг/га, калия – 51–102 кг/га.

2. С соломой зернобобовых культур в почву возвращено 15,8–22,4 ц/га органического вещества, азота – 12–26 кг/га, фосфора – 8–13 кг/га, калия – 34–52 кг/га.

3. Возврат элементов питания в почву с 10 ц соломы яровых зерновых культур составил: азота – 4,5–5,3 кг/га, фосфора – 4,5–5,2, калия – 13,2–16,1 кг/га; с 10 ц соломы зернобобовых культур – азота – 6,9–8,2 кг/га, фосфора – 4,4–4,6, калия – 16,6–18,0 кг/га; с 10 ц соломы озимых зерновых культур – азота – 4,1–4,9 кг/га, фосфора – 2,6–3,1, калия – 15,3–17,7 кг/га

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Богдевич, И.М.* Плодородие почв – основа продуктивного и устойчивого землепользования / И.М. Богдевич, В.В. Лапа // Белорусское сельское хозяйство. – 2005. – № 2. – С. 3–5.

2. *Анисимова, Т.Ю.* Эффективность соломы и баланс питательных элементов в звене севооборота с люпином / Т.Ю. Анисимова // Агрохимия. – 2002. – № 5. – С. 63–67.

3. Влияние последствий систематического применения соломы на продуктивность культур второй ротации севооборота / Г.В. Колсанов [и др.] // Агрохимия. – 2008. – № 7. – С. 31–34.

4. *Булавин, Л.А.* Об удобрении почвы соломой / Л.А. Булавин // Белорусское сельское хозяйство. – 2004. – № 7. – С. 14–16.

5. *Панников, В.Д.* Почва, климат, удобрение и урожай / В.Д. Панников, В.Г. Минеев. – М.: Агропроомиздат, 1987. – 512 с.

6. Технология использования соломы на удобрение / Минсельхозпрод Респ. Беларусь, Бел.отд. ВАСХНИЛ, БелНИИ почвоведения и агрохимии; сост. В.А. Тикавий [и др.]. – Минск: БелНИИЭП АПК, 1992. – 17 с.

## NUTRIENTS INTRODUCTION WITH THE STRAW OF CEREALS AND LEGUMES IN SOD-PODZOLIC SANDY LOAM SOIL DEPENDING ON THE FERTILIZATION SYSTEM

A.P. Pekhota

### Summary

It is established that depending on the level of mineral nutrition with straw of winter crops in sod-podzolic sandy loam soil intake 25,2–49,7 kg/ha of organic matter, 9–36 kg/ha of nitrogen, 8–20 kg/ha of phosphorus and 51–102 kg/ha of potassium; straw legumes – 15,8–of 22.4 kg/ha of organic matter, 12–26 kg/ha of nitrogen, 8–13 kg/ha of phosphorus and 34–52 kg/ha of potassium.

Поступила 14.11.14