

КОЭФФИЦИЕНТЫ ПЕРЕСЧЕТА ЗЕРНА И СЕМЯН В ПОБОЧНУЮ ПРОДУКЦИЮ И СОДЕРЖАНИЕ ОСНОВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ В ПОБОЧНОЙ ПРОДУКЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

**Е.Н. Богатырева, Т.М. Серая, О.М. Бирюкова, Т.М. Кирдун,
Ю.А. Белявская, М.М. Торчило**

*Институт почвоведения и агрохимии,
г. Минск, Беларусь*

ВВЕДЕНИЕ

При сложившейся экономической ситуации, когда цены на минерально-сырьевые и энергоресурсы постоянно возрастают, одной из главных составляющих повышения эффективности агропромышленного комплекса является производство высококачественной конкурентоспособной продукции на основе ресурсосберегающих технологий, предполагающих экономически обоснованный поиск резервов удешевления производства отечественной сельскохозяйственной продукции. Важная роль в повышении рентабельности сельскохозяйственной продукции принадлежит органическим удобрениям, которые оказывают комплексное воздействие на все факторы почвенного плодородия (агрохимические, агрофизические, биологические). Значимость органических удобрений обусловлена также их способностью регулировать баланс органического вещества почв. В Республике Беларусь при сложившейся структуре посевных площадей для поддержания бездефицитного баланса гумуса в почвах пахотных земель необходимо вносить 13,1 т/га или 65,3 млн т органических удобрений [1]. Однако в настоящее время с учетом имеющегося поголовья скота за счет навоза может быть заготовлено только 84 % органических удобрений от их потребности. Возникший дисбаланс между выходом органических удобрений и требуемыми объемами их внесения для воспроизводства гумуса можно компенсировать за счет заправки соломы, что является одним из наиболее экономически выгодных приемов удешевления продукции, особенно для хозяйств, имеющих небольшое поголовье скота на соломенной подстилке.

По расчетам валовый сбор соломы в Республике Беларусь в последние годы составляет около 10,6 млн т. В 2013 г. в хозяйствах было измельчено и запахано в почву 4615 тыс. т побочной продукции, из которой 42 % составила солома зерновых культур, 31 % – листостебельная масса кукурузы, 26 % – солома рапса и около 1 % – побочная продукция гречихи [2]. При расчете баланса соломы важно реально оценить соотношение побочной продукции и зерна, которое зависит от культуры, сорта, погодных условий в период вегетации, применения удобрений и ретардантов и др. Согласно данным [3] для определения общего выхода соломы пшеницы, гречихи и гороха принят коэффициент 1,5, озимой ржи – 2,0, яровой пшеницы и овса – 1,3, ячменя – 1,2. В работах [4, 5] для учета урожая соломы

озимой пшеницы и яровых зерновых в производственных условиях при пересчете предлагают использовать коэффициент 1,2, озимой ржи – 1,5. В исследованиях [6], проведенных на черноземах и каштановых почвах, установлено, что в зависимости от типа почвы, степени ее эродированности и способа основной обработки соотношение зерно:солома для озимой пшеницы составило 1:(0,9–1,5), ячменя – 1:(0,7–1,5), гороха – 1:(0,9–1,8), кукурузы – 1:(0,9–2,0), подсолнечника – 1:(0,5–1,5). На основе ранее обобщенных соотношений побочной продукции к основной в полевых опытах и анализа производственных результатов в Республике Беларусь приняты следующие коэффициенты пересчета: озимые зерновые и зернобобовые культуры, кукуруза, просо – 1,2, яровые зерновые и гречиха – 1,0, рапс и другие крестоцветные культуры – 3,0 [7].

В связи с тем, что в настоящее время существенно изменились технологии возделывания сельскохозяйственных культур, во многих хозяйствах высевают новые сорта интенсивного типа, адаптированные к конкретным почвенно-климатическим условиям, соотношение побочной и основной продукции может изменяться. Кроме того, в некоторых хозяйствах в последнее время возделывается подсолнечник на маслосемена, для которого в почвенно-климатических условиях республики коэффициент пересчета семян в солому отсутствует. Изменившиеся условия хозяйствования актуализировали необходимость уточнения коэффициентов, которые используются в производственных условиях для определения выхода побочной продукции сельскохозяйственных культур.

Реальный учет урожая соломы позволит не только правильно оценить ее приходно-расходные статьи и скорректировать планируемые дозы органических удобрений под последующие культуры за счет запашки побочной продукции, но и грамотно распорядиться имеющимися ресурсами минеральных удобрений, позволяя сократить объемы их применения. По нашим данным [8], снижение доз фосфорных и калийных удобрений с учетом фосфора и калия, высвобождающихся из соломы, позволило сэкономить 40 кг/га д.в. фосфора и 240 кг/га д.в. калия при продуктивности звена севооборота на уровне полных доз минеральных удобрений. При этом содержание подвижных форм этих элементов в почве оставалось на исходном уровне или имело тенденцию к увеличению. Исследования И.В. Русаковой с соавт. [9] также показали, что при 2–3 кратной запашке побочной продукции в севообороте отмечается увеличение содержания подвижных элементов питания в почве по сравнению с минеральным фоном и неудобренным вариантом.

Химический состав побочной продукции зависит от видовых и сортовых особенностей культур, а также определяется совокупностью разных факторов, таких как почвенные условия, применяемые системы удобрения, обработка почвы и др. [10–13]. В работах [14, 15] представлены пределы варьирования элементов питания в побочной продукции одного и того же вида для разных сельскохозяйственных культур. При этом анализ литературных источников показал, что при указании среднего содержания элементов питания в соломе практически во всех работах как в более ранних, так и более поздних [3, 16–19], приведены показатели, соответствующие источнику [20]. Несколько иное содержание элементов питания в побочной продукции сельскохозяйственных культур дано в работе [21]: содержание азота варьирует от 0,42 % в соломе озимой ржи до 1,40 % в побочной продукции гороха и кормового люпина; фосфора – от 0,13 в ржаной соломе до 0,34 % в соломе гороха; калия – от 0,80 % в соломе яровой пшеницы до 1,60 % в овсяной

соломе; содержание кальция и магния в зависимости от вида соломы изменяется в пределах 0,26–1,58 % и 0,12–0,30 % соответственно. Примерный химический состав побочной продукции, полученный в результате обобщения данных, представлен также в более поздней работе российских ученых [5]. Идентичные показатели по среднему содержанию азота и зольных элементов питания практически по всем сельскохозяйственным культурам приведены в работах [22, 23].

Расчеты показывают, что при запашке в сельскохозяйственных организациях республики 4,6 млн т побочной продукции, в почву может быть возвращено 30,2 тыс. т азота, 15,2 тыс. т фосфора, 69,4 тыс. т калия, 3,6 млн т органического вещества. Однако для того, чтобы рекомендовать уточненные дозы минеральных удобрений производству с учетом высвобождения элементов питания из запаханной побочной продукции, необходимо обновить нормативную базу по ее химическому составу в сельскохозяйственных культурах, возделываемых на территории республики.

Цель исследований – уточнить коэффициенты пересчета зерна и семян в побочную продукцию и обновить нормативную базу по содержанию в ней основных элементов питания в сельскохозяйственных культурах, произрастающих на территории Республики Беларусь.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Растительные образцы для обновления нормативной базы по содержанию основных элементов питания в побочной продукции сельскохозяйственных культур и уточнения коэффициентов пересчета зерна и семян в солому в условиях производства были отобраны при проведении маршрутных исследований по областям Республики Беларусь в 2012–2014 гг., а также обобщены результаты полевых опытов, проведенных в РУП «Институт почвоведения и агрохимии» в период с 2010 по 2015 гг. В производственных посевах образцы растений отбирали в период полной спелости зерна и семян с площадок размером 0,25 м² в 10 точках с расстоянием 150–200 м между ними. Пробные снопы, отобранные на одном поле, объединяли в одну пробу, обмолачивали и определяли выход зерна и соломы для последующего расчета соотношения основной и побочной продукции, а также урожайности. Из каждого объединенного образца отбирали пробу для определения влажности и химического состава.

В отобранных образцах побочной продукции (солома зерновых, зернобобовых, крестоцветных и листостебельная масса кукурузы и подсолнечника) определяли содержание влаги и сухого вещества (ГОСТ 27548–97), органического углерода (ГОСТ 27980–88), азота (ГОСТ 13496.4–93), фосфора (ГОСТ 26657–97), калия (ГОСТ 30504–97), кальция (ГОСТ 28901–91) и магния (ГОСТ 30502–97).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ данных по соотношению побочной и основной продукции показал, что коэффициенты пересчета в зависимости от урожайности сельскохозяйственных культур и их видового состава изменялись в широких пределах. Минимальное соотношение основной и побочной продукции (1:0,7) получено для люпина при урожайности зерна более 40 ц/га, максимальное (1:3,6) – для подсолнечника при

сборе основной продукции менее 10 ц/га (табл. 1). Обобщение полученных данных позволило установить, что независимо от вида сельскохозяйственных культур при увеличении урожайности основной продукции, долевое участие в общей массе урожая побочной продукции уменьшалось, о чем свидетельствует снижение коэффициентов пересчета зерна и семян в побочную продукцию.

Таблица 1

Коэффициенты пересчета зерна и семян в побочную продукцию сельскохозяйственных культур (из расчета на стандартную влажность)

Культура	Коэффициент пересчета зерна и семян в побочную продукцию					Средний коэффициент по культуре
<i>Зерновые культуры</i>						
Урожайность зерна, ц/га	< 20	20–30	30–40	40–50	> 50	
Озимая пшеница	1,4	1,2	1,1	1,0	0,8	1,1
Озимая тритикале	1,4	1,3	1,1	1,0	0,8	1,1
Озимая рожь	1,5	1,4	1,3	1,1	–	1,3
Урожайность зерна, ц/га	< 20	20–30	30–40	> 40		
Яровая пшеница	1,3	1,1	1,0	0,9		1,1
Яровая тритикале	1,3	1,2	1,1	0,8		1,1
Урожайность зерна, ц/га	< 20	20–30	> 30	–		
Яровой ячмень	1,0	0,9	0,8	–		0,9
Овес	1,2	1,1	1,0	–		1,1
Урожайность зерна, ц/га	< 30	30–60	60–90	> 90		
Кукуруза	1,6	1,3	1,0	0,8		1,2
Урожайность зерна, ц/га	< 10	10–20	> 20	–		
Просо	1,8	1,6	1,1	–		1,5
Урожайность зерна, ц/га	< 10	> 10	–	–		
Гречиха	1,9	1,1	–	–		1,5
<i>Зернобобовые культуры</i>						
Урожайность зерна, ц/га	< 20	20–30	30–40	> 40		
Люпин	1,7	1,3	0,9	0,7		1,2
Горох	1,7	1,5	1,3	1,1		1,4
Урожайность зерна, ц/га	< 10	10–20	> 20	–		
Соя	2,5	2,1	2,0	–		2,2
<i>Масличные культуры</i>						
Урожайность семян, ц/га	< 10	10–20	20–30	> 30		
Яровой рапс	2,7	1,8	1,6	–		2,0
Озимый рапс	3,0	1,9	1,7	1,2		2,0
Урожайность семян, ц/га	< 10	10–20	20–30	30–40	> 40	
Подсолнечник	3,6	2,0	1,5	1,3	1,1	1,9

Установлено, что для яровых зерновых культур выход соломы относительно основной продукции составляет 80–130 %. При этом коэффициент, равный единице, используемый в Республике Беларусь при пересчете зерна в солому для этих культур, по нашим данным соответствует при урожайности зерна: для ячменя – менее 20 ц/га, для пшеницы – 30–40 ц/га, для овса – более 30 ц/га. Из яровых зерновых меньше всего побочной продукции формируется при возделывании

вании ячменя, в результате чего в среднем по этой культуре коэффициент пересчета составляет 0,9, для других яровых зерновых культур данный показатель находится на уровне 1,1.

Для определения урожайности листостебельной массы кукурузы, коэффициенты пересчета находятся в пределах от 0,8 (при урожае зерна более 90 ц/га) до 1,6 (при урожае зерна менее 30 ц/га). Таким образом, средний коэффициент для данной культуры составляет 1,2 и соответствует используемому до настоящего времени в сельскохозяйственном производстве.

Для гречихи установленные нами коэффициенты пересчета основной продукции в побочную, в зависимости от урожайности зерна, варьировали от 1,1 до 1,9 при среднем коэффициенте 1,5, что на 50 % превышает ранее рекомендованный коэффициент (1,0) для определения урожая соломы этой культуры. Определение соотношения побочной и основной продукции для проса также показало несоответствие между применяемым в хозяйствах коэффициентом для расчета урожая побочной продукции и коэффициентом, полученным при проведении исследований. Установлено, что средний коэффициент для пересчета зерна проса в солому равен 1,5 против 1,2, который применяется до настоящего времени. Наибольшее соотношение побочной продукции к основной (на уровне 1,8) для проса отмечено при урожайности зерна меньше 10 ц/га, при 10–20 ц/га данный показатель равен 1,6, при сборе более 20 ц/га – 1,1.

По результатам обобщения соотношений соломы и семян ярового и озимого рапса в новых условиях хозяйствования, в отличие от ранее предложенного коэффициента для учета побочной продукции этих культур на уровне 3,0, получены более низкие показатели. Установлено, что только при урожайности семян менее 10 ц/га для определения общего выхода соломы озимого рапса необходимо использовать коэффициент 3,0, в то время как для ярового рапса – 2,7. Отмечено, что для озимого и ярового рапса полученные коэффициенты с учетом урожайности данных культур отличались незначительно. Независимо от формы рапса средний коэффициент пересчета семян в солому для этой культуры составляет 2,0.

Для учета побочной продукции всех зернобобовых культур, возделываемых в Беларуси, используют коэффициент 1,2, без учета их видового состава. На основе проведенных исследований установлено, что при расчете количества соломы, которая остается в поле после уборки сои, применяемый коэффициент в 1,7–2,1 раза ниже, чем новые коэффициенты, рассчитанные в зависимости от уровня урожая. Таким образом, при урожайности зерна сои до 10 ц/га выход соломы в 2,5 раза выше, при 10–20 ц/га – в 2,1, больше 20 ц/га – в 2,0. Для люпина полученное среднее значение коэффициента перевода зерна в солому составило 1,2, что соответствует используемому в республике. Однако в зависимости от урожайности зерна люпина коэффициенты варьируют от 0,7 при урожае зерна больше 40 ц/га до 1,7 при его величине меньше 10 ц/га. Установленный в исследованиях средний коэффициент перевода зерна гороха в солому составляет 1,4, варьируя в зависимости от урожайности зерна в пределах 1,1–1,7.

Для подсолнечника, коэффициент пересчета семян в побочную продукцию в среднем составляет 1,9, изменяясь в зависимости от урожайности семян от 1,1 до 3,6.

Все исследуемые культуры по величине среднего коэффициента пересчета зерна в побочную продукцию можно расположить в следующий ряд по убыванию:

соя – 2,2 > яровой и озимый рапс – 2,0 > подсолнечник – 1,9 > гречиха и просо – 1,5 > горох – 1,4 > озимая рожь – 1,3 > кукуруза и люпин – 1,2 > овес, яровые и озимые пшеница и тритикале – 1,1 > яровой ячмень – 0,9.

Химический анализ показал, что побочная продукция сельскохозяйственных культур (в пересчете на сухое вещество) на 41,2–49,5 % состоит из углерода, содержание которого характеризуется наименьшей изменчивостью по сравнению с другими элементами (табл. 2). Содержание азота варьировало в довольно широких пределах не только в зависимости от видового состава побочной продукции, но и в пределах одной культуры. Аккумуляция азота в соломе одного и того же вида в зависимости от культуры отличалась в 2,0–4,3 раза при минимальном изменении в побочной продукции гороха (0,65–1,33 %), максимальном – сои (0,40–1,70 %). Значительные различия выявлены также по содержанию зольных элементов: по фосфору диапазон колебаний в пределах культуры составлял 2,7–6,2 раза, по калию – 2,1–3,9, по кальцию – 1,3–5,8, по магнию – 1,5–5,6 раза. Наименьшие пределы колебаний по фосфору (0,25–0,67 % и 0,17–0,46 %) характерны для побочной продукции люпина и подсолнечника, по калию (1,98–4,08 %) – для гречихи, по кальцию (0,90–1,18 %) – для люпина, по магнию (0,08–0,12 %) – для яровой тритикале. Максимальные различия по содержанию фосфора в пределах одной культуры получены для овса и озимой тритикале, по калию – для ярового рапса, по кальцию – для кукурузы, по магнию – для озимого рапса.

Несмотря на то, что непосредственное определение химического состава побочной продукции более реально отражает аккумуляцию в ней элементов питания, в хозяйствах для оперативного учета более удобно использовать данные по их среднему содержанию. Установлено, что наиболее низкое среднее содержание органического углерода (43,7 %) отмечено в побочной продукции подсолнечника. Больше всего его обнаружено в соломе зерновых культур и рапса (47,1–47,7 %), за исключением овса, где этот показатель составил 46,7 %.

Наиболее высокая аккумуляция азота в побочной продукции характерна для зернобобовых культур и кукурузы (0,84–1,18 %). Промежуточное положение по его накоплению занимают крупяные культуры, подсолнечник и яровой рапс с содержанием этого элемента на уровне 0,65–0,71 %. Наименьшее количество азота сосредоточено в соломе зерновых культур и озимого рапса (0,45–0,60 %).

Содержание фосфора в побочной продукции в зависимости от ее видового состава по средним показателям было на 9–74 % меньше, чем азота. Максимальное его среднее содержание отмечено в соломе гречихи (0,62 %). Довольно высокая аккумуляция фосфора характерна для побочной продукции люпина, сои, проса, кукурузы и овса, где его концентрация достигала 0,45–0,47 %. Далее по уровню накопления следуют озимая рожь, яровые ячмень и рапс (0,32–0,35 %). Меньше всего его накапливается в соломе гороха, подсолнечника, яровых и озимых тритикале и пшеницы (0,22–0,29 %).

Независимо от вида сельскохозяйственной культуры содержание калия в побочной продукции превалировало над концентрацией остальных зольных элементов и азота. Наибольшее количество калия отмечено для подсолнечника – 3,34 %. Достаточно высоким его содержанием характеризовалась также солома овса (2,59 %) и крупяных культур (2,81–2,87 %) при минимальных значениях в горохе, озимых зерновых, яровых пшенице и тритикале (1,39–1,68 %).

Содержание элементов питания в побочной продукции сельскохозяйственных культур, % в сухой массе

Побочная продукция	Выборка (n)	Показатели	Органический углерод	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ярового ячменя	170	min	45,1	0,28	0,17	0,90	0,17	0,07
		max	48,5	0,91	0,59	3,36	0,67	0,30
		среднее	47,1	0,60	0,34	1,83	0,37	0,16
		стандартное отклонение	0,73	0,16	0,09	0,59	0,11	0,05
Овса	160	min	44,5	0,25	0,14	1,32	0,11	0,07
		max	48,1	0,94	0,87	3,88	0,60	0,33
		среднее	46,7	0,51	0,45	2,59	0,25	0,17
		стандартное отклонение	0,55	0,16	0,17	0,66	0,09	0,06
Яровой пшеницы	130	min	45,0	0,28	0,11	0,98	0,14	0,07
		max	48,9	1,05	0,56	2,62	0,46	0,20
		среднее	47,5	0,53	0,29	1,55	0,21	0,13
		стандартное отклонение	0,59	0,14	0,11	0,39	0,07	0,03
Яровой тритикале	60	min	46,0	0,27	0,11	0,90	0,10	0,08
		max	48,8	0,84	0,40	2,34	0,18	0,12
		среднее	47,6	0,51	0,25	1,68	0,16	0,10
		стандартное отклонение	0,64	0,12	0,04	0,42	0,02	0,01
Озимой пшеницы	70	min	46,2	0,27	0,10	0,99	0,10	0,07
		max	48,9	0,91	0,59	2,40	0,43	0,20
		среднее	47,6	0,52	0,25	1,39	0,22	0,13
		стандартное отклонение	0,62	0,17	0,10	0,33	0,08	0,04
Озимой тритикале	190	min	46,1	0,23	0,10	0,90	0,10	0,07
		max	48,9	0,91	0,62	2,87	0,42	0,15
		среднее	47,5	0,46	0,29	1,66	0,21	0,09
		стандартное отклонение	0,60	0,14	0,11	0,44	0,07	0,02
Озимой ржи	50	min	46,3	0,27	0,12	1,00	0,11	0,07
		max	49,5	0,73	0,68	2,43	0,39	0,15
		среднее	47,7	0,45	0,35	1,59	0,24	0,10
		стандартное отклонение	0,69	0,13	0,14	0,38	0,08	0,03
Кукурузы	70	min	44,8	0,42	0,17	0,91	0,13	0,10
		max	48,1	1,47	0,82	3,25	0,76	0,40
		среднее	47,0	1,09	0,45	1,89	0,30	0,24
		стандартное отклонение	1,07	0,29	0,15	0,53	0,14	0,06
Гречихи	140	min	43,9	0,33	0,27	1,98	0,3	0,15
		max	46,3	1,26	1,17	4,08	1,13	0,83
		среднее	45,3	0,68	0,62	2,87	0,63	0,36
		стандартное отклонение	0,44	0,25	0,27	0,36	0,23	0,13

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Проса	75	min	45,5	0,41	0,25	1,56	0,12	0,21
		max	45,9	1,11	0,71	3,95	0,45	0,82
		среднее	45,6	0,71	0,45	2,81	0,25	0,44
		стандартное отклонение	0,59	0,33	0,13	0,43	0,04	0,09
Озимого рапса	62	min	45,9	0,28	0,12	0,94	0,52	0,07
		max	48,6	0,84	0,57	3,30	1,37	0,39
		среднее	47,1	0,54	0,29	1,75	0,96	0,22
		стандартное отклонение	0,71	0,16	0,12	0,48	0,24	0,10
Ярового рапса	150	min	46,7	0,33	0,13	0,85	0,56	0,09
		max	47,8	1,11	0,55	3,31	1,27	0,28
		среднее	47,4	0,65	0,32	2,04	0,97	0,16
		стандартное отклонение	0,63	0,17	0,11	0,54	0,19	0,04
Гороха	55	min	43,0	0,65	0,12	0,80	0,75	0,14
		max	47,2	1,33	0,49	2,65	1,11	0,27
		среднее	46,3	0,84	0,22	1,60	0,91	0,22
		стандартное отклонение	1,13	0,21	0,10	0,79	0,09	0,04
Сои	52	min	43,6	0,40	0,19	1,13	0,70	0,32
		max	46,2	1,70	0,80	3,50	1,69	0,98
		среднее	45,5	0,84	0,47	2,14	1,08	0,73
		стандартное отклонение	0,67	0,37	0,18	0,65	0,29	0,16
Люпина	49	min	46,0	0,80	0,25	1,14	0,90	0,33
		max	47,7	1,77	0,67	3,07	1,18	0,70
		среднее	47,0	1,18	0,47	2,30	1,01	0,43
		стандартное отклонение	0,40	0,35	0,12	0,52	0,07	0,09
Подсол- нечника	56	min	41,2	0,39	0,17	1,92	0,86	0,22
		max	45,4	1,16	0,46	4,50	1,69	0,60
		среднее	43,7	0,68	0,28	3,34	1,23	0,39
		стандартное отклонение	0,71	0,21	0,07	0,76	0,22	0,09

Наибольшее накопление кальция также характерно для побочной продукции подсолнечника, где средний показатель достиг 1,23 %. Далее сельскохозяйственные культуры по содержанию кальция в соломе распределялись в убывающем порядке: зернобобовые (0,91–1,08 %) и рапс (0,96–0,97 %), гречиха (0,63 %), яровой ячмень и кукуруза (0,30–0,37 %), просо, озимые зерновые, яровые пшеница, тритикале и овес (0,16–0,25 %).

Наиболее высокое содержание магния отмечено в побочной продукции сои, где его среднее содержание составило 0,73 %. В соломе остальных исследуемых культур в зависимости от их вида, количество магния варьировало от 0,09 % в озимой тритикале до 0,44 % в просе, что в 1,7–8,3 раза было меньше относительно содержания этого элемента в соломе сои.

Среди зернобобовых культур более высокое содержание азота и калия характерно для побочной продукции люпина, кальция и магния – для сои, меньше всего зольных элементов содержалось в горохе.

При сравнении зерновых культур выявлено, что для соломы яровых культур свойственно более высокое содержание элементов питания, чем для озимых. Расчеты показали, что содержание азота в побочной продукции яровых культур в среднем находилось на уровне 0,54 % против 0,48 % в озимых. Средний показатель по фосфору в соломе яровых культур составил 0,33 %, по калию – 1,92 %, по кальцию – 0,25 %, по магнию – 0,14 % при аккумуляции данных элементов в побочной продукции озимых культур на уровне: P_2O_5 – 0,30 %, K_2O – 1,55 %, CaO – 0,22 %, MgO – 0,11 %.

В масличных культурах побочная продукция подсолнечника по аккумуляции элементов питания превалировала над рапсом, за исключением фосфора. Среднее содержание калия в подсолнечнике в 1,6–1,9 раза превышало аналогичные показатели по рапсу, кальция – в 1,3 раза, магния – в 1,8–2,4 раза. При этом содержание азота, фосфора и калия в соломе ярового рапса было выше, чем в озимом, а по магнию, наоборот, меньше при равноценном показателе по кальцию.

Установлено, что наиболее узким соотношением углерода к азоту характеризуется побочная продукция кукурузы и зернобобовых культур, где C/N находится на уровне 40–55. Для создания оптимальных условий для разложения побочной продукции этих культур при запашке, в зависимости от видового состава, компенсирующая доза азота составляет 4–7 кг. Более широкое углеродно-азотное соотношение, равное 64–67, было характерно для подсолнечника и крупяных культур, что требует дополнительного внесения 8 кг минерального азота на 1 т побочной продукции. Солома зерновых культур и рапса содержала углерода в 73–106 раз больше по сравнению с азотом при наиболее широком отношении этих элементов для озимых ржи и тритикале; наиболее узким – для ярового ячменя. Компенсирующая доза азота при использовании побочной продукции зерновых культур и рапса в качестве удобрения составляет 9–11 кг/т.

Оценка возможного возврата органического вещества и элементов питания при запашке 1 т побочной продукции сельскохозяйственных культур показала, что в почву в зависимости от вида запахиваемой соломы поступает от 735 кг органического вещества с растительными остатками подсолнечника до 801 кг с соломой озимой ржи (табл. 3).

Помимо органического вещества в почву с 1 т побочной продукции возвращается 3,8–9,9 кг азота, 1,8–5,2 кг фосфора, 1,4–10,3 кг кальция, 0,8–6,1 кг магния. Больше всего из изучаемых элементов питания с побочной продукцией поступает калия – от 11,7 кг с соломой озимой пшеницы до 28,0 кг с растительными остатками подсолнечника.

Соответствующие расчеты показали, что среди изучаемых культур наибольшее количество NPK поступит в почву с 1 т побочной продукции гречихи, проса, люпина и подсолнечника (33–36 кг). Несколько меньшее суммарное количество этих элементов питания возвращается в почву при использовании в качестве удобрений побочной продукции овса, кукурузы и сои – 29–30 кг/т. С каждой тонной соломы рапса, гороха и ярового ячменя в почву будет запахано только 22–25 кг NPK. Минимальное количество NPK запахиается с 1 т соломы озимых зерновых культур и яровых пшеницы и тритикале – всего 18–21 кг.

Возможное поступление в почву органического вещества и элементов питания при запашке 1 т побочной продукции сельскохозяйственных культур, кг/т (в расчете на стандартную влажность 16 %)

Побочная продукция	Органическое вещество	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	Сумма NPK	Отношение C/N	Компенсирующая доза азота на 1 т побочной продукции, кг д.в.
Ярового ячменя	791	5,0	2,8	15,4	3,1	1,4	24	79	10
Овса	785	4,3	3,8	21,8	2,1	1,4	30	92	10
Яровой пшеницы	798	4,4	2,4	13,0	1,7	1,1	20	90	11
Яровой тритикале	800	4,3	2,1	14,1	1,4	0,8	21	93	11
Озимой пшеницы	800	4,4	2,1	11,7	1,8	1,1	18	92	11
Озимой тритикале	798	3,8	2,4	13,9	1,8	0,8	20	103	11
Озимой ржи	801	3,8	3,0	13,4	2,0	0,8	20	106	11
Кукурузы	789	9,1	3,8	15,9	2,5	2,0	29	43	5
Гречихи	761	5,7	5,2	24,1	5,3	3,0	35	67	8
Проса	766	5,9	3,8	23,6	2,1	3,7	33	64	8
Озимого рапса	792	4,6	2,4	14,7	8,1	1,8	22	87	10
Ярового рапса	796	5,5	2,7	17,1	8,1	1,3	25	73	9
Гороха	777	7,1	1,8	13,5	7,6	1,8	24	55	7
Сои	764	7,0	4,0	18,0	9,1	6,1	29	54	7
Люпина	789	9,9	3,9	19,3	8,5	3,6	33	40	4
Подсолнечника	735	5,7	2,4	28,0	10,3	3,2	36	64	8

ВЫВОДЫ

1. На основании проведенных маршрутных исследований и по результатам обобщения полевых опытов предлагаются следующие коэффициенты пересчета зерна и семян в побочную продукцию: кукуруза и люпин – 1,2, горох – 1,4, просо и гречиха – 1,5, подсолнечник – 1,9, яровой и озимый рапс – 2,0, соя – 2,2, озимые и яровые зерновые культуры – 1,1 (за исключением ярового ячменя и озимой ржи, у которых соотношение побочной и основной продукции составило 0,9 и 1,3 соответственно).

2. Определено среднее содержание и пределы варьирования макроэлементов в побочной продукции одного и того же вида для разных сельскохозяйственных культур. Среднее содержание азота в побочной продукции в зависимости от ее видового состава находилось на уровне 0,45–1,18 %, фосфора – 0,22–0,62 %, калия – 1,39–3,34, кальция – 0,16–1,23 %, магния – 0,09–0,73 %.

3. В Республике Беларусь при запашке 1 т побочной продукции в зависимости от ее видового состава в почву возвращается: азота – 3,8–9,9 кг, фосфора – 1,8–5,2 кг, калия – 11,7–28,0 кг, кальция – 1,4–10,3 кг, магния – 0,8–6,1 кг при возврате органического вещества на уровне 735–801 кг.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Серая, Т.М.* Органика: воздастся с торицей / Т.М. Серая, Е.Н. Богатырева // Белорус. сел. хоз-во. – 2013. – № 4 (132). – С. 49–53.
2. *Серая, Т.М.* Солома – тоже удобрение / Т.М. Серая, Е.Н. Богатырева // Белорусская нива. – 2013. – № 210. – С. 3.
3. Органические удобрения: справочник / П.Д. Попов [и др.]. – М.: Агропромиздат, 1988. – 207 с.
4. 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.
5. Система биологизации земледелия в Нечерноземной зоне. (Научно-практические рекомендации на примере Владимирской области) / РАСХН, ГНУ ВНИПТИОУ Россельхозакадемии; под ред. А.И. Еськова. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2007. – 296 с.
6. Нормативы и методика применения побочной продукции сельскохозяйственных культур для обеспечения бездефицитного баланса органического вещества в почвах на землях сельскохозяйственного назначения / А.В. Лабынцев [и др.]; Донской НИИСХ Р. – Рассвет, 2010. – 50 с.
7. Методические указания по учету и применению органических удобрений / В.В. Лапа [и др.]; Институт почвоведения и агрохимии. – Минск: БНИВНФХ в АПК, 2007. – 16 с.
8. Влияние заправки побочной продукции и минеральных удобрений на продуктивность звена севооборота и агрохимические показатели дерново-подзолистой супесчаной почвы / Т.М. Серая [и др.] // Агрохимия. – 2015. – № 11. – С. 30–36.
9. Солома – один из факторов биологизации земледелия / И В Русакова [и др.] // Использование органических удобрений и биоресурсов в современном земледелии: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посв. 20-летию ВНИПТИОУ, Владимир, 25–27 июля 2001 г. / РАСХН, ВНИПТИОУ. – Владимир, 2002. – С. 256–257.
10. Эффективность минеральных удобрений при возделывании яровой пшеницы на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве / В.В. Лапа [и др.] // Почвоведение и агрохимия. – 2008. – № 2 (41). – С. 79–87.
11. *Шлапунов, В.Н.* Влияние агротехнических приемов на накопление послеуборочных остатков ярового рапса / В.Н. Шлапунов, В.А. Радовня, А.В. Аляпкин // Почвоведение и агрохимия. – 2010. – № 1(44). – С. 197–204.
12. *Щетко, А.И.* Влияние применения удобрений на урожайность и вынос элементов питания ячменем при возделывании на дерново-подзолистой супесчаной почве / А.И. Щетко, А.Р. Рыбак // Почвоведение и агрохимия. – 2014. – № 1(52). – С. 250–257.
13. *Ивойлов, А.В.* Влияние удобрений на урожайность и качество зерна ячменя в зоне неустойчивого увлажнения / А.В. Ивойлов, В.И. Копылов, О.Н. Самойлов // Агрохимия. – 2003. – № 9. – С. 30–31.
14. *Лапа, В.В.* Применение удобрений и качество урожая / В.В. Лапа, В.Н. Босак; Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск, 2006. – 120 с.
15. Агрохимия: учебник / И.Р. Вильдфлуш [и др.]; под ред. И.Р. Вильдфлуша. – Минск: ИВЦ Минфина, 2013. – 704 с.

16. Солома – органическое удобрение: рекомендации / В.А. Деревягин, М.Е. Кравченко, И.В. Русакова. – Владимир: ВНИПТИОУ, 1989. – 68 с.

17. Использование соломы и сидератов на удобрение в биологизированных системах земледелия: практическое руководство / В.А. Корчагин [и др.]; Самарский НИИСХ. – Самара, 2002. – 27 с.

18. Ресурсы органических удобрений в сельском хозяйстве России (информационно-аналитический справочник) / РАСХН, ГНУ ВНИПТИОУ Россельхозакадемии; под ред. А.И. Еськова. – Владимир: ГНУ ВНИПТИОУ Россельхозакадемии, 2006. – 200 с.

19. Анохина, Т.А. Запашка соломы в качестве органического удобрения почвы и санирующего средства / Т.А. Анохина, Р.М. Кадыров, Т.Г. Бардиян. – Жодино: НПЦ НАН Беларуси по земледелию, 2009. – 27 с.

20. Шкарда, М. Производство и применение органических удобрений / М. Шкарда. – М.: Агропромиздат. – 1985. – 363 с.

21. Рекомендации по использованию излишков соломы в качестве удобрения / Р.Р. Визла; ЛатвНИИЗ. – Рига: ЛатвНИИЗ, 1989. – 9 с.

22. Агрохимия: учеб. пособие / П.М. Смирнов [и др.]; под ред. П.М. Смирнова, А.В. Петербургского. – 3-е изд. – М.: Колос, 1975. – 512 с.

23. Панников, В.Д. Почва, климат, удобрение и урожай / В.Д. Панников, В.Г. Минеев. – М.: Колос, 1977. – 416 с.

CONVERSION COEFFICIENTS OF GRAIN AND SEED IN BY-PRODUCTS AND THE CONTENT OF MAIN NUTRIENTS IN BY-PRODUCTS OF AGRICULTURAL CROPS IN THE REPUBLIC OF BELARUS

E.N. Bogatyrova, T.M. Seraya, O.M. Biryukova, T.M. Kirdun,
Yu.A. Belyavskaya, M.M. Torchilo

Summary

On the basis of route studies and generalization of results of field experiments, the conversion coefficients of grain and seed in by-products were adjusted. The authors defined the change limits and the average content of nutrients in by-products of the same species for agricultural crops cultivated on the territory of the Republic of Belarus. With one ton of by-products the soil gets 3,8–9,9 kg of nitrogen, 1,8–5,2 kg of phosphorus, 11,7–28,0 kg of potassium, 1,4–10,3 kg of calcium, 0,8–6,1 kg of magnesium and 735–801 kg of organic matter.

Поступила 10.10.16