

УДК 633.1:631.872:633.12

Т. А. АНОХИНА, Р. М. КАДЫРОВ, Т. Г. БАРДИЯН

ЗАПАШКА СОЛОМЫ ГРЕЧИХИ КАК ЭЛЕМЕНТ БИОЛОГИЧЕСКОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию

(Поступила в редакцию 25.11.2008)

Введение. В результате сокращения применения органических удобрений в пахотных землях Беларуси в большинстве районов отмечается снижение содержания фосфора, калия и гумуса [1, 2], поэтому применение биологических факторов интенсификации в настоящее время является экономической и экологической необходимостью.

Арсенал биологической интенсификации достаточно большой – это и возделывание растений, адаптированных к отрицательным факторам почв, и подбор продуктивных сортов, и возделывание растений-почвоулучшателей, таких как бобовые травы, гречиха и некоторые другие. При этом экономически и экологически оправдана дифференциация использования всех видов ресурсов для повышения продукционных, средоулучшающих и ресурсобновляющих функций агроландшафтов. Есть немало примеров того, что система в земледелии не может формироваться из одинаковых элементов или на принципе монополизма, так как монокультура не обладает свойствами самоподдержания [3, 4]. Недостаточность зональных систем земледелия особенно отчетливо проявилась в связи с наметившейся сменой производственных отношений. Так или иначе необходимость дальнейшей экологизации земледелия, его адаптивной интенсификации, особенно биологизации технологических процессов, не вызывает сомнений.

В агрохимической системе решение назревших проблем требует разработки агротехнологий возделывания полевых культур, адаптированной к использованию такого вида удобрений, как солома, поскольку именно недостаток органических удобрений приводит к ухудшению агрохимических характеристик земельных угодий. Наряду с увеличением содержания элементов питания в почве запахивание соломы создает условия для дополнительного накопления влаги в пахотном слое в количестве 9–11 мм, последнее имеет существенное значение в засушливые годы и положительно сказывается на урожайности [5].

В отличие от внесения навоза запашка соломы является менее затратным технологическим приемом [4–6]. Особенно если учесть, что ежегодное увеличение валовых сборов зерновых культур и переход на безподстилочное содержание скота все больше обостряют вопрос о целесообразности использования в хозяйствах излишек соломы, которая не идет на корм и другие нужды.

По мнению авторского коллектива во главе с М. А. Кадыровым [7], в Республике Беларусь для запахивания ежегодно можно использовать почти 1,5 млн т соломы, особенно таких культур, как зернобобовые, рапс и гречиха.

Из вышеизложенного следует, что, рассматривая запашку соломы в пахотном горизонте как элемент биологического земледелия, мы можем существенно повлиять на баланс гумуса и остановить падение плодородия почв.

Цель исследований – изучение запашки соломы гречихи, которая отличается от других зерновых культур высоким содержанием фосфора, кальция, азота и других макроэлементов [8, 9] и представляет интерес для ее использования в качестве органического удобрения.

Материалы и методы исследования. На внесевоборотном участке НПЦ НАН Беларуси по земледелию в 2002–2006 гг. проводили полевой опыт, в котором изучали запашку соломы гречихи

под яровую пшеницу сорта Росстань и под яровой ячмень сорта Гонар. Почва участка – дерново-подзолистая, легкосуглинистая, характеризующая следующими агрохимическими показателями: pH_{KCl} 5,0–5,8, содержание P_2O_5 – 128–150 мг/кг, K_2O – 140–160 мг/кг почвы, содержание гумуса – 2,0–2,0%. Подобную характеристику имеет пятая часть пахотных земель Беларуси [1], следовательно, участок был достаточно типичен для условий производства.

При изучении заделки соломы гречихи мы отказались от дополнительного внесения минерального азота по 10–30 кг д.в. на каждую тонну соломы, поскольку, согласно исследованиям, проведенным на других культурах [10, 11], в интенсивности разложения соломы имеет значение не только соотношение С:N, но и соотношение С:P. В этих исследованиях было установлено, что при содержании фосфора в различных органических веществах 0,2–0,3% существенно ускоряется процесс разложения соломы. Последнее позволяет избежать отрицательного влияния ее токсических соединений, которое отмечено в некоторых публикациях [12]. По сообщению российских исследователей В. И. Зотикова и А. Д. Задорина [8], обобщивших многочисленные исследования по гречихе, соотношение С:N в ее соломе находится на уровне зернобобовых культур, а содержание фосфора достигает 0,51%, что существенно выше по сравнению с другими полевыми культурами. Поэтому мы сочли возможным не включать в схему опыта вариант с внесением дополнительного количества азотных удобрений для повышения интенсивности разложения соломы.

В качестве контроля нами использовался такой вариант: заделка пожнивных и корневых остатков гречихи, который сравнивали с вариантом, когда наряду со стерней запахивали измельченную солому. Последнюю измельчали агрегатом Е-282. Эти варианты изучали в звене севооборота гречиха – яровая пшеница в течение трех лет и гречиха – яровой ячмень – двух лет. Зерновые колосовые высевали в оптимальные сроки на двух фонах без внесения минерального удобрения и на фоне $N_{90}P_{80}K_{100}$ без протравливания семян, которое не проводили в целях выявления уровня санирующего эффекта от заделки соломы гречихи. Минеральные удобрения вносили весной под первую культивацию: азот в форме карбамида, фосфор в виде аммонизированного суперфосфата, калийные удобрения в виде хлористого калия. Учетная площадь делянок 100 м², повторность четырехкратная.

Количество запаханной соломы определяли по соотношению зерна и соломы методом пробных снопов, убранных с площади 1 м² и обмолоченных в воздушно-сухом состоянии. В среднем за три года этот показатель составил 4,4 т/га, что не противоречит результатам, полученным другими авторами [9, 13].

Метеорологические условия существенно различались в годы проведения исследований как по количеству осадков, так и по температурному режиму воздуха и почвы, что сказалось на вариабельности урожайности пшеницы и ячменя.

Вегетационный период 2003 г. отличался поздней весной. Температура воздуха и количество осадков в апреле были ниже средних многолетних данных. В мае отмечались повышенные значения этих показателей. Июнь был не только более прохладный по сравнению со средними многолетними данными, но и засушливый: количество выпавших осадков составило лишь 36,3% от нормы. В 2004 г. температурные показатели апреля и I декады мая превышали средние многолетние на 0,7–2,9 °С, II и III декады мая и весь июнь характеризовались пониженными температурами. Влагообеспеченность в этот период была ниже нормы на 29,3–57,3%. Среднесуточная температура воздуха в мае и июле 2005 г. была на 1,8–2,9 °С ниже нормы, а количество выпавших осадков превышало ее в 1,5–3,4 раза. Конец июля и начало августа отличались избыточным увлажнением, при этом ливневые дожди сопровождалась сильным ветром, что привело к значительному полеганию посевов.

Результаты и их обсуждение. Наши исследования показали, что заделка соломы гречихи является эффективным агроприемом как на фоне с внесением минеральных удобрений под пшеницу и ячмень, так и без их применения (табл. 1).

Проведение заделки соломы гречихи под яровую пшеницу способствовало повышению урожайности этой культуры без внесения НРК на 3,1 ц/га, или 14,5%. При внесении НРК этот показатель возрос более чем в 2 раза – прибавка составила 20,9%. Таким образом, заделка соломы гречихи существенно повышает эффективность использования НРК при возделывании яровой пшеницы.

Таблица 1. Урожайность яровой пшеницы и ячменя при запашке соломы гречихи

Вариант опыта	Урожайность, ц/га				Отклонение от контроля	
	2003 г.	2004 г.	2005 г.	среднее	ц/га	%
Яровая пшеница сорта Ростань						
<i>Без внесения минеральных удобрений</i>						
Контроль	25,4	18,3	20,4	21,4	–	–
Запашка соломы	32,7	18,7	22,1	24,5	+3,1	14,5
<i>С внесением NPK</i>						
Контроль	35,4	29,9	36,5	33,9	–	–
Запашка соломы	45,0	33,4	44,5	41,0	+7,1	20,9
НСР _{0,05}	1,5	0,7	2,0			
Ячмень сорта Гонар						
<i>Без внесения минеральных удобрений</i>						
Контроль	–	15,3	27,4	21,5	–	–
Запашка соломы	–	20,2	39,1	29,6	+ 8,1	37,7
<i>С внесением NPK</i>						
Контроль	–	27,4	31,4	29,4	–	–
Запашка соломы	–	23,7	42,3	33,0	+3,6	12,2
НСР _{0,05}		0,8	2,8			

В то же время отзывчивость ячменя на запашку гречишной соломы более существенна на вариантах без внесения минеральных удобрений. При внесении NPK прибавка урожайности становится нестабильной, хотя в менее благоприятные годы, каковым был 2005 г., запашка соломы обеспечила прибавку 10,9–11,7 ц/га, или 34,8–42,7%, в зависимости от варианта опыта.

Считают, что негативное влияние заправки соломы, особенно озимых культур, связано с тем, что разложение растительных остатков в почве сопровождается образованием и накоплением большого набора органических соединений весьма разнообразной химической природы, в том числе токсических соединений, влияющих на рост и развитие растений [12]. При этом накопление фитотоксических соединений при разложении соломы зависит от ряда факторов: температуры, влажности, аэрации почвы и наличия азота, а также фосфора, доступного микроорганизмам. Однако, анализируя эти вопросы, нельзя не отметить некоторую односторонность их обсуждения. К сожалению, совершенно не рассматривается проблема изначального существования фитотоксических веществ в почве и их проявления в зависимости от предшественника и от сорта культуры. Например, Л. И. Петрова с соавторами [14] в своих исследованиях по влиянию сортовых особенностей и условий выращивания озимой пшеницы отмечает, что на фитотоксичность почвы существенно влияет не только предшественник, но и сортовые особенности изучаемой культуры. Следовательно, при анализе влияния последствий заправки соломы зерновых культур нельзя все отрицательные явления, имеющие место при использовании данного агроприема, относить только на счет наличия токсических веществ при ее разложении.

До сих пор не получено убедительных доказательств фиксации азота целлюлозоразрушающими микроорганизмами (а целлюлоза – это основной компонент соломы), поэтому, обсуждая целесообразность использования соломы в качестве органического удобрения, не следует сосредотачивать все внимание только на сопутствующее внесение минерального азота, а необходимо учитывать и другие факторы, влияющие на эффективность этого приема. Максимальный эффект от заправки соломы может быть получен лишь при соблюдении основных составляющих: общее количество и качество измельчения запахиваемой соломы, сроки и глубина ее заделки в почву. Необходимость дополнительного внесения минерального азота в количестве 10 кг д.в. на 1 т соломы определяется видом культуры. По-видимому, при заправке соломы озимых культур это мероприятие оправдано в силу крайней несбалансированности не только соотношения C:N, но и C:P, а также низкого содержания в такой соломе других питательных элементов [8].

Анализ результатов исследований показал, что солома гречихи, которая совершенно непригодна на корм скоту, является эффективным органическим удобрением, обеспечивающим стабильную прибавку урожая, даже если под зерновую культуру вообще не вносят минеральные удобрения. Поэтому мы считаем, что солому гречихи необходимо запахивать в обязательном порядке, особенно на дальних полях хозяйств, где нерентабельно или малорентабельно вносить навоз и другие органические удобрения.

Наши расчеты показывают, что при возделывании яровой пшеницы даже с урожайностью 24,5 ц/га (табл. 2), т. е. без внесения минеральных удобрений, запашка соломы гречихи повышает рентабельность на 17% при уровне 48%. Применение минеральных удобрений под яровую пшеницу повышает ее урожайность в 1,7 раза (табл. 3), при этом себестоимость зерна снижается. Следовательно, запашка соломы гречихи является экономически выгодным приемом.

Т а б л и ц а 2. Производственные затраты при возделывании яровой пшеницы, долл/га

Вариант опыта	Урожайность, ц/га	Стоимость семян	Стоимость удобрений	Стоимость пестицидов	Эксплуатационные затраты	Начисление зарплаты	Всего производственных затрат
<i>Контроль</i>							
Контроль (без NPK)	21,4	58,5	–	15,6	203,07	8,0	285,1
N ₉₀ P ₈₀ K ₁₀₀	33,9	58,5	116	15,6	221,20	8,7	420,0
<i>С запашкой соломы гречихи</i>							
Контроль (без NPK)	24,5	58,5	–	15,6	207,56	8,2	289,8
N ₉₀ P ₈₀ K ₁₀₀	41,0	58,5	116	15,6	231,49	9,2	430,7

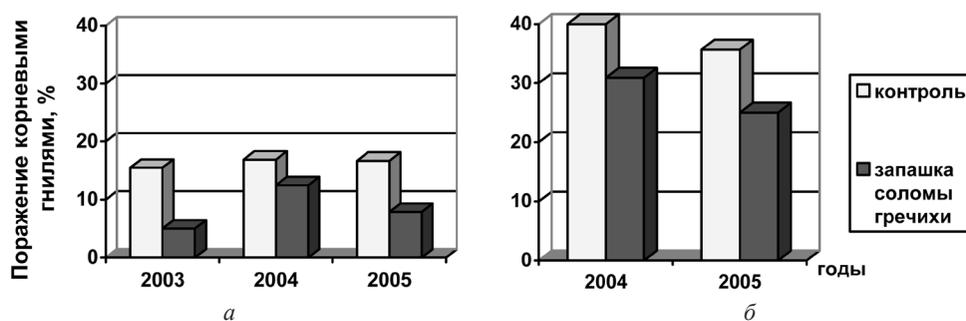
Т а б л и ц а 3. Экономическая эффективность возделывания яровой пшеницы (в ценах на 1 января 2008 г.)

Вариант опыта	Минеральные удобрения	Денежный доход, долл/га	Производственные затраты, долл/га	Чистый доход, долл/га	Рентабельность, %	Себестоимость 1 ц зерна, долл.
<i>Контроль</i>						
Контроль (без NPK)	–	374,9	285,1	89,7	31	13,3
N ₉₀ P ₈₀ K ₁₀₀	NPK	593,8	420,0	173,8	41	12,4
<i>С запашкой соломы гречихи</i>						
Контроль (без NPK)	–	429,2	289,8	139,3	48,0	11,8
N ₉₀ P ₈₀ K ₁₀₀	NPK	718,2	430,7	287,4	66	10,5

Помимо экономической эффективности при запашке соломы рассматривают и экологический аспект, который заключается в том, что увеличение дозы соломы, вносимой в почву, повышает и уровень размножения микроорганизмов, особенно анаэробных азотфиксаторов р. *Clostridium*. Кроме того, некоторые авторы отмечают усиление связывания азота атмосферы азотфиксирующими организмами, что приводит к существенному обогащению почвенного слоя соединениями азота, а это, в свою очередь, обуславливает положительное воздействие соломы на сельскохозяйственные культуры и повышает их урожайность [15, 16].

Ряд авторов отмечают [11, 15, 17] положительное влияние повышенного количества соломы, вносимого в почву, и связывает данное явление с входением соломы в трофическую систему, обеспечивающую большую интенсивность микробиологических процессов и повышающую потенциальную возможность трофической основы почвы, что является одним из многих важных качеств соломы как органического удобрения. При этом внесение соломы существенно стимулирует размножение всех групп почвенных микроорганизмов, главным образом в начальный период ее разложения (7–10 дней).

Микологический анализ почвы, проведенный на данном участке, позволил установить, что запашка соломы гречихи по сравнению с контрольным вариантом в 8–10 раз сокращает численность грибов р. *Fusarium*, определяющих интенсивность развития корневых гнилей на зерновых культурах [18].



Степень поражения корневыми гнилями пшеницы (а) и ячменя (б)

Как показали наши исследования, запашка соломы обеспечивала стабильное снижение развития корневых гнилей в годы с различными условиями вегетации как на пшенице, так и на ячмене даже без протравливания семян (рисунок): в среднем за годы исследований пораженность растений пшеницы снижалась в 1,9 раза, ячменя – в 1,4 раза.

Согласно сообщению Т. Е. Власовой и Г. В. Будевич [19], запашка пожнивных и корневых остатков гречихи снижает содержание *Fusarium sp.*, т. е. основного инфекционного начала корневых гнилей, в рамках пятипольного зернопропашного севооборота по сравнению с зерновыми культурами, в частности, яровой пшеницы, более чем в 1,5 раза. Анализ литературных источников и результатов, полученных нами, позволяет сделать вывод о наличии явного санирующего эффекта почвы при возделывании гречихи. Данное явление можно рассматривать как элемент биологического земледелия, а саму культуру в качестве почвоулучшателя.

Заключение. В условиях постоянного роста цен на минеральные удобрения, пестициды, горюче-смазочные материалы повышение рентабельности производства зерна возможно только в условиях максимального использования биологических факторов земледелия, среди которых запашка соломы приобретает все большее значение. В частности, запахивание соломы гречихи, совершенно непригодной на корм скоту, обеспечивает существенное снижение инфекционного начала корневых гнилей в почве, что позволяет уменьшить степень их проявления на зерновых культурах раннего ярового сева в 1,4–1,9 раза без протравливания высеваемых семян.

Запашка соломы гречихи не требует обязательного дополнительного внесения азотных удобрений для ускорения ее разложения в почве. Данный прием обеспечивает повышение урожайности зерна яровых культур на 3,1–8,1 ц/га без внесения NPK под зерновую культуру, на 3,6–7,1 ц/га на фоне внесения минеральных удобрений в дозе $N_{90}P_{80}K_{100}$ при снижении себестоимости продукции на 15,3–37,7% и повышении рентабельности производства зерна на 17–35%.

Полагаем, что наиболее эффективной запашка соломы гречихи будет на отдаленных полях, куда возить органические удобрения весьма затратно. Систематическое применение этого приема позитивно скажется на плодородии почв легкосуглинистых среднекультуренных почв.

Литература

1. Динамика плодородия пахотных почв Беларуси / И. М. Богдевич [и др.] // Почвоведение и агрохимия. – 2005. – № 1(34). – С. – 167–173.
2. Влияние различных видов органических удобрений на микробиологическую активность дерново-подзолистой супесчаной почвы / В. В. Лапа [и др.] // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2004. – № 4. – С. 52–55.
3. Н и к о н ч и к, П. И. Агроэкологические основы систем использования земли / П. И. Никончик. – Минск: Беларус. наука, 2007. – 532 с.
4. З а л е н с к и й, Н. А. Проблемы сохранения и повышения плодородия почв / Н. А. Заленский // Земледелие. – 2007. – № 5. – С. 8–9.
5. З а л е н с к и й, В. А. Водообеспеченность растений – важнейший фактор урожайности / В. А. Заленский // Белорусское сельское хозяйство. – 2004. – № 7 (27). – С. 12–14.
6. Применение органических удобрений в севооборотах: рекомендации / Институт почвоведения и агрохимии НАН Беларуси. – Минск, 2006. – 20 с.
7. Солома как органическое удобрение / М. А. Кадыров [и др.] // Земляробства і ахова раслін. – 2004. – № 5. – С. 25–28.
8. З о т и к о в, В. И. Повышение продуктивности и устойчивости агроэкосистем / В. И. Зотиков, А. Д. Задорин. – Орел: ООО ПФ «Картуш», 2007. – 197 с.

9. Продуктивность и химический состав полевых культур / под ред. А. С. Вечера, П. Е. Прокопова. – Минск: Наука и техника, 1974. – 128 с.
10. Балахонов, С. И. Использование соломы на удобрение в Белоруссии / С. И. Балахонов, И. А. Ворониц, Т. В. Дроздова // Земледелие. – 1979. – № 11. – С. 43–44.
11. Барейша, В. И. Влияние удобрения соломой на свойства почвы и урожай сельскохозяйственных культур в звеньях севооборотов / В. И. Барейша, Р. Р. Вильдфлуш // Использование соломы как органического удобрения. – М.: Наука, 1980. – С. 156.
12. Сидоренко, О. Д. Токсические соединения соломы / О. Д. Сидоренко, Л. Н. Ницэ // Использование соломы как органического удобрения. – М.: Наука, 1980. – С. 55–70.
13. Рекомендации по возделыванию гречихи на дерново-подзолистых почвах с применением новых форм комплексных удобрений / Г. В. Пироговская [и др.]; Институт почвоведения и агрохимии. – Минск, 2009. – 40 с.
14. Петрова, Л. Н. Состояние почвы под посевами сортов озимой пшеницы / Л. Н. Петрова, Ф. В. Ерошенко // Плодородие. – 2007. – № 4 (37). – С. 30–32.
15. Калининская, Т. А. Влияние соломы на деятельность азотфиксирующих микроорганизмов почвы / Т. А. Калининская // Использование соломы как органического удобрения. – М.: Наука, 1980. – С. 48–54.
16. Куприченко, М. Г. Солома – ценное органическое удобрение / М. Г. Куприченко, Т. И. Антонова, А. А. Головатов // Земледелие. – 2000. – № 5. – С. 26.
17. Русакова, И. В. Солома – важный фактор биологизации земледелия / И. В. Русакова, Н. А. Кулинский, А. А. Мосалева // Земледелие. – 2003. – № 1. – С. 9.
18. Кадыров, Р. М. Возделывание гречихи как элемент биологизации земледелия / Р. М. Кадыров, Т. А. Анохина, Т. Г. Бардиян // Белорусское сельское хозяйство. – 2007. – № 2(58). – С. 50–53.
19. Власова, Т. Е. Состояние почвенной микробиоты при возделывании сельскохозяйственных культур / Т. Е. Власова, Г. В. Будевич // Почвоведение и агрохимия. – 2005. – № 1(34). – С. 86–89.

T. A. ANOKHINA, R. M. KADYROV, T. G. BARDIYAN

PLOUGHING OF BUCKWHEAT STRAW AS AN ELEMENT OF BIOLOGICAL ARABLE FARMING

Summary

The results of the comparative analysis of the ploughing of buckwheat straw with the more commonly used method of ploughing of stubble residues of this crop are presented. It has been established that the ploughing of buckwheat straw increases the yield of barley and spring wheat up to 8.1 c/ha of grain without mineral fertilizing and up to 7.1 c/ha against the background of $N_{90}P_{80}K_{100}$ when the profitability of grain production has been increased by 17–25%. Additional application of mineral nitrogen for acceleration of decomposition of buckwheat straw is not necessary.