

максимально допустимых уровней.

4. При внесении осадков сточных вод в норме 30 т/га происходит незначительное увеличение содержания нитратов независимо от систем основной обработки почвы на 4 - 6 мг/кг.

Литература

1. Гигиенические требования к использованию сточных вод и их осадков для орошения и удобрения. Санитарные правила и нормы. СанПин 2.1.7.573 – 96.
2. Мерзлая Г.Е. Экологическая оценка осадка сточных вод. // Химия в сельском хозяйстве. - 1995. - № 4. - С. 38 - 42.
3. Чеботарев Н.Т. Осадки сточных вод - на удобрение. // Агрехимический вестник. - 1999. - № .- 5. - С. 39 - 40.
4. Черников В.А, Алексахин Р.М, Голубев А.В и др. Агрэкология. - М.:Колос, 2000 - 536 с.

УДК 633.12 + 631.82 + 631.86

ГРЕЧИХА КАК УДОБРЯЕМАЯ КУЛЬТУРА И КАК ИСТОЧНИК ГУМУСООБРАЗОВАНИЯ

Г.В. Колсанов

Высокая ценность гречихи (*Agropyrum eskulentum*) как крупной культуры, повсеместно имеющей низкую урожайность в 3,7 – 5,9 ц/га (1), свидетельствует о ее высокой чувствительности к факторам жизни: свету, теплу, воде, пище.

В свою очередь это накладывает повышенную требовательность к технологиям ее возделывания. Существующие опыты получения высоких в 18 – 22 ц/га урожаев гречихи в качестве определяющих технологических приемов включают: использование 1-3 пчелосемей в качестве дополнительных опылителей; размещение гречихи по озимым хлебам, следующим в свою очередь по унавоженному чистому пару; внесение под гречиху минеральных удобрений в дозах N 40-60 P 60-80 K 0-40 кг/га действующего вещества (2). Во всех интенсивных технологиях гречихи основополагающим является использование в пару навоза или его компостов. Ограниченные размеры получения навоза, сочетающиеся с дороговизной его внесения, являются од-

ним из факторов, не позволяющих широко использовать интенсивные технологии при возделывании гречихи. Если только проблема заключается в обеспечении гречихи органическим удобрением, то таким резервом в севооборотах с гречихой может быть солома. При оставлении соломы на поле — это дешевое удобрение (3), способное при использовании с минеральными заменить навоз (4).

По своей требовательности к минеральному питанию гречиха выше яровых зерновых. Причем половину питательных веществ она потребляет в первые 45 дней вегетации (5). Если учесть, что гречиха имеет слабо развитую корневую систему, особенно в начальный период роста, то вполне понятным становится тот факт, что даже оптимально рассчитанные дозы удобрений не всегда обеспечивают должный эффект (6). Из минеральных удобрений единственно стабильным агроприемом, дающим повсеместно, в том числе в Ульяновской области, прибавка урожая зерна гречихи в 1,0-1,5 ц/га, является припосевное внесение фосфора в дозах 10-15 кг/га (7).

В нашем исследовании эффективности систематического применения соломы в зерно-пропашном севообороте: горох - озимая рожь - кукуруза на силос-гречиха - ячмень, - изучается возможность эффективного использования урожая соломы возделываемых культур в качестве органического удобрения. Здесь гречиха располагается после кукурузы на силос — одного из ее лучших предшественников (5).

Целью данного исследования является оценка реакции гречихи на действие и последствие создаваемой в севообороте соломисто-минеральной системы удобрений и способности оставаемой на удобрение гречишной соломы к восполнению гумуса почвы.

Исследование проводилось в течение 1997-2001 гг. на опытном поле Ульяновской ГСХА в ранее указанном севообороте, развернутом во времени и пространстве. Почва: чернозем типичный среднегумусный мощный среднесуглинистый с содержанием по полям: гумуса по Тюрину 4,5 – 4,7 %; $pH_{\text{сол}}$ 6,4 – 6,8; гидролитической кислотностью по Каппену 0,8 – 1,2 мг-экв/100 г; суммой поглощенных оснований по Каппену-

Гильковицу 30,7 – 32,6 мг-экв/100 г; насыщенностью основаниями в 96,4-97,4 %, содержанием доступных растениям форм фосфора и калия по Чирикову соответственно 180-262 и 188-269 мг/кг почвы.

Площадь делянок 120 м², учетная 72 м², вариантов 9 (см. табл.), расположение двухъярусное рендомизированное. Повторность в полях №№ 2,5 – трехкратная, в полях 1,3,4 – четырехкратная. По вариантам с органическими удобрениями под каждую культуру, кроме гречихи, вносился весь фактический урожай надземной вегетативной массы предшественника. Азотные добавки к соломе в форме мочевины вносились из расчета 10 и 20 кг/тону, что в среднем за 5 лет составило соответственно 37 и 74 кг/га д.в. Основное минеральное удобрение каждой культуры рассчитывалось нормативно балансовым методом (8), в том числе в вариантах 5-8 на весь урожай надземной массы, а в вар. 9 только на отчуждаемую с поля часть урожая (зерно), без учета питательных веществ оставляемой на удобрение соломы. Конкретно под гречиху, под которую после кукурузы на силос солома не вносится, доза минеральных удобрений по вариантам №№ 5-9 рассчитывалась на весь урожай в 20 ц/га. При выносе N64 P36 K84 и поправочных коэффициентах на содержание в почве N = 1,0, P₂O₅ = 0,8, K₂O = 0,8 расчетная доза составила N64 P29 K67 кг/га д.в.

Технология культур в опыте основывалась на общепринятой в Ульяновской области без дополнительного использования пчел в качестве опылителей. Солома при уборке зерновых измельчалась измельчителем ПУН-5 к комбайну «Нива». Разравнивание соломы по делянкам, как и удаление ее с вар. №№ 1,5, проводилось вручную. Под предшествующие гречихе культуры минеральные удобрения вносились вместе с соломой под двухкратное послеуборочное дискование БДТ-7 с последующей заделкой под отвальную вспашку. Под гречиху вносились только минеральные удобрения сразу под зяблевую вспашку на 23-25 см. Уборка гречихи Богатырь двухфазная комбайновая поделачная.

Урожайность соломы учитывалась по полевой урожайности зерна и коэффициенту отношения соломы к зерну в сноповом

анализе. Расчет урожая пожнивных и корневых остатков производился по Ф.И.Левину (9). Перевод урожая корневых, пожнивных остатков и соломы в гумус по В.И.Морозову и др. (10). С учетом поправок на влажность коэффициенты перевода в гумус корневых остатков составил $K_r = 0,17$, соломы и пожнивных остатков $K_r = 0,22$. Статистическая обработка урожайных данных – дисперсионным анализом, зависимости урожайности соломы от урожайности зерна – корреляционным методом (11).

Результаты оказались следующими. В годы исследований погодные условия 1997-2001 гг. оказались близкими к многолетним колебаниям: два года 1998 и 1999 – засушливые, три года 1997 и 2000, 2001 – среднеувлажненными. Для гречихи, не переносящей засушливость в течение всего периода цветения – плодообразования, год 2001 оказался также частично засушливым, так как в июле при среднемесячной температуре воздуха в $23,8^{\circ}\text{C}$ и осадках в 0,0 мм повышенная сухость погоды ограничила плодообразование и урожайность в варианте без удобрений составило 8,2 ц/га (табл.1). В среднем за 5 лет опыта урожайность зерна гречихи в неудобренном варианте оказалась равной 8,6 ц/га. Это на 4,1 ц/га выше среднеобластной за эти же годы (12).

Предшествующее трехлетнее внесение в севообороте соломы с среднегодовой дозой в 3,6 т/га лишь в 1999 году дало существенную в 1,0 ц/га прибавку урожая (вар.2 табл.1). В остальные годы отклонения были несущественными. В результате и в среднем за 5 лет по сравнению с неудобренным вариантом прибавка зерна в 0,2 ц/га оказалась незначительной. В вариантах 3 и 4 с азотными добавками к соломе в последствии на гречихе результаты оказались аналогичными. Таким образом, ни солома, ни совместное внесение ее с азотными добавками в последствии на урожайность зерна гречихи не оказали никакого влияния.

В варианте 5 гречиха испытывала как прямое действие, так и последствие 3-летнего применения полного минерального удобрения. Результаты показали, что оно оказалось слабым. Существенные прибавки урожая получены в трех из пяти лет

1. Действие и последствие удобрений на урожайность гречихи Богатырь в условиях типичного чернозема лесостепи Поволжья в 1997 – 2001 гг.

Варианты опыта		Зерно 14 % влажности, ц/га					за 5 лет	
среднегодовое трехлетнее предшествующее удобрение в севообороте	удобрение под гречиху	1997 г.	1998 г.	1999 г.	2000 г.	2001 г.	среднее	+/-
Без удобрений	Без удобрений	12,1	4,0	7,6	11,4	8,2	8,6	-
Солома 3,6 т/га	--- // ---	11,6	4,5	8,6	11,6	7,7	8,8	+ 0,2
Солома 3,6 т/га + N37	--- // ---	11,1	5,0	7,2	11,7	8,5	8,7	- 0,1
Солома 3,6 т/га + N74	--- // ---	10,5	5,9	7,1	11,7	9,0	8,8	+ 0,2
N98 P43 K99 – фон 1	N64 P29 K67	10,5	4,9	8,8	12,1	10,5	9,4	+ 0,8
Фон 1 + солома 3,9 т/га	--- // ---	10,3	4,6	8,0	11,7	9,4	8,8	+ 0,2
Фон 1 + солома 3,8 т/га + N37	--- // ---	10,4	4,9	7,0	10,3	8,5	8,2	- 0,4
Фон 1 + солома 3,8 т/га + N74	--- // ---	9,0	6,0	7,4	11,2	9,1	8,5	- 0,1
N70 P29 K47 + солома 3,7 т/га + N37	--- // ---	9,8	4,3	7,8	11,0	8,6	8,3	- 0,3
НСР ₀₅	-	1,4	1,0	0,9	0,9	1,1	-	1,0

Причем величины их оказались настолько небольшими, что и в среднем за 5 лет прибавка зерна в 0,8 ц/га оказалась несущественной. Основная причина отсутствия положительного действия удобрений, как указывает О.Н.Соколов (6), в несоответствии соотношения доступных растениям азота, фосфора и калия почвы с необходимым соотношением элементов в питании растений гречихи. Следовательно, в данном случае нормативно-балансовый метод расчета удобрений под урожай гречихи в 20 ц/га себя совершенно не оправдал.

Внесение расчетной дозы минеральных удобрений под гречиху на фоне предшествующего соломисто-минерального (вар.6) позволило получить урожайность в 8,8 ц/га. По сравнению с чисто минеральным удобрением урожайность снизилась несущественно – на 0,6 ц/га.

На фоне соломисто-минерального удобрения использование азотных добавок к соломе (вар.7,8) привело к дальнейшему понижению урожайности до 8,2 – 8,5 ц/га. Таким образом, здесь проявляется некоторое противоречие в эффективности азотных добавок к соломе на различных фонах. На удобренном фоне (вар.3,4) отрицательного последствия азотных добавок на урожайность гречихи не проявляется, на удобренном (вар.7,8) по сравнению с фоном (вар.5) снижение достигает 0,9-1,2 ц/га. Основной причиной снижения урожайности сельскохозяйственных культур при внесении соломы является недостаток азота, который снимается внесением азотных удобрений (13). В данном случае снижение урожайности от дополнительного внесения азота противоречит этой закономерности. В соломе во втором минимуме, который ограничивает питание растений, является фосфор (13). Поскольку отрицательное действие азотных добавок проявляется лишь на фоне минерального удобрения, то, следовательно, в расчете дозы заложена такая диспропорция между азотом и фосфором, которая при одностороннем внесении с соломой азота усиливает недостаток фосфора и приводит к снижению урожайности гречихи.

В варианте 9, в котором в предшествующие 3 года пониженный минеральный фон N70 P29 K47 внесен совместно с соломой и азотной добавкой 37 кг/га (или 10 кг/т соломы), уро-

жайность составила 8,3 ц/га. Это на 1,1 ц/га ниже, чем по повышенному чисто минеральному фону N98 P43 K99, но одинаково с вар.7 – N98 P43 K99 + солома + N37. Следовательно, снижение урожайности гречихи в вар.9 связано не с нарушением уровня внесения минеральных удобрений, а все-таки с нарушением соотношения в питании N : P₂O₅ в сторону более высокого уровня азотного питания.

Сноповой анализ соотношения вегетативной массы гречихи к зерну показал достаточно большую зависимость его как от погодных условий, так и от применения удобрений. В среднем за 5 лет опыта по годам в неудобренном варианте оно колебалось от 3,3 : 1 до 5,0 : 1, по вариантам от 4,3 : 1 до 5,1 : 1 (табл.2). Причем в варианте №2 с предшествующим внесением одной соломы отношение соломы к зерну в урожае гречихи по сравнению с неудобренным вариантом практически не изменилось и составило 4,3 : 1. Внесение азотных добавок к соломе и полного минерального удобрения расширили это соотношение до 4,8 – 5,1 : 1. В результате урожайность гречишной соломы в вар.6 с предшествующим внесением одной соломы составило 3,8 т/га и оказалось одинаковой с неудобренным вариантом, а в вариантах с внесением минеральных удобрений, включая азотные добавки, она повысилась до 4,2 – 4,8 т/га. Как показала математическая обработка, применение полного минерального удобрения существенно на 1,0 т/га увеличило урожайность гречишной соломы, что частично отразилось и в варианте 6 совместного внесения минерального удобрения с соломой.

В среднем на основании 5 – летних данных, частично отражающих возможное разнообразие условий питания гречихи на различных черноземах лесостепи Поволжья, зависимость урожая всей надземной вегетативной массы (У_с) от урожайности зерна (У_з) определяется следующим уравнением прямой линейной регрессии: $У_c = 4,6 У_z + 1,7$ ц/га.

Использование гречишной соломы на удобрение может следующим образом отразиться на гумусном состоянии почвы.

В неудобренном варианте при средней урожайности зерна в 8,6 ц/га расчетная урожайность пожнивно-корневых остатков может составить 2,57 т/га. При их гумификации возможно образование в почве 0,47 т/га гумуса.

**2. Влияние удобрений на урожайность вегетативной массы гречихи
и возможность восполнения ею гумуса почвы в среднем за 1997 – 2001 гг., т/га**

Варианты опыта		Солома (надземная вегетативная масса)			Поживные остатки		Корневые остатки		Итого в переводе на гумус почвы	
					(расчет по Ф.И.Левину)		физ. вес	на гумус		
среднегодовое предшествующее удобрение в севообороте	удобрение под гречиху	К (с : з)	физ. вес	на гумус	физ. вес	на гумус	физ. вес	на гумус	сумма	±
Без удобрений	Без удобрений	4,4	3,8	–	0,69	0,15	1,88	0,32	0,47	–
Солома 3,6 т/га	--- // ---	4,3	3,8	0,80	–	–	1,88	0,32	1,12	+ 0,65
Солома 3,6 т/га + N37	--- // ---	4,9	4,3	0,90	–	–	1,88	0,32	1,22	+ 0,75
Солома 3,6 т/га + N74	--- // ---	5,0	4,4	0,92	–	–	1,88	0,32	1,24	+ 0,77
N98 P43 K99 - фон I	N64 P29 K67	5,1	4,8	–	0,71	0,16	1,92	0,33	0,49	+ 0,02
Фон 1 + солома 3,9 т/га	--- // ---	5,0	4,5	0,94	–	–	1,88	0,32	1,26	+ 0,79
Фон 1 + солома 3,8 т/га + N37	--- // ---	5,1	4,2	0,88	–	–	1,85	0,31	1,17	+ 0,70
Фон 1 + солома 3,8 т/га + N74	--- // ---	5,0	4,3	0,90	–	–	1,87	0,32	1,22	+ 0,75
N70 P29 K47 + солома 3,7 т/га + N37	--- // ---	4,8	4,0	0,84	–	–	1,86	0,32	1,16	+ 0,69
HCP ₀₅		–	0,60	–	–	–	–	–	–	–

Применение минеральных удобрений (вар.5) за счет увеличения урожайности пожнивно-корневых остатков способно повысить новообразование гумуса до 0,49 т/га или всего только на 4%.

Использование на удобрение урожая гречишной соломы в дозе 3,8 т/га (вар.2) при ее гумификации позволяет повысить новообразование гумуса до 1,12 т/га или на 0,65 т/га. В остальных вариантах с оставлением гречишной соломы на удобрение возможность новообразования гумуса может доходить до 1,26 т/га, что на 0,79 т/га выше, чем в варианте без внесения соломы.

Наш анализ 30-летней динамики гумуса в почвах Ульяновской области показал, что среднегодовые темпы его снижения составляют 0,46 т/га (14). Это в 1,4-1,7 раза меньше, чем его возможное увеличение за счет внесения гречишной соломы. Следовательно, использование гречишной соломы на удобрение вместе с корневыми остатками создает предпосылки для создания бездефицитного баланса гумуса почвы.

Таким образом, пятилетнее изучение соломисто-минеральной системы удобрений в севообороте при возделывании гречихи на типичном черноземе лесостепи Поволжья позволяет сделать следующие выводы:

1. Трехлетнее систематическое внесение в почву фактического урожая соломы предшествующих культур существенно не изменяет урожайность гречихи независимо от условий применения минеральных удобрений.
2. Нормативно-балансовый метод внесения минеральных удобрений под урожайность гречихи в 20 ц/га не обеспечивает необходимого для растений соотношения азота, фосфора и калия, в связи с чем не только не достигает запланированной урожайности, но даже получения ее существенной прибавки.
3. Азотные добавки к соломе предшествующих культур в дозах 10 и 20 кг/тону или 37 и 74 кг/га д.в. в условиях без применения минеральных удобрений последствия не проявляют, в условиях применения соломы с минеральными удобрениями их последствие зависит от соотношения азота, фосфора и калия в составе удобрений.
4. Соотношение урожая надземной вегетативной массы гречихи

($У_C$) к урожаю зерна ($У_З$) в зависимости от условий года и вносимых удобрений изменяется от 3,3 : 1 до 6,0 : 1, а величина урожайности соломы (вегетативной массы) рассчитывается по уравнению: $У_C = 4,6 У_З + 1,7$, ц/га

5. На типичном среднегумусном черноземе с высоким (по Чирикову) содержанием доступных растениям форм фосфора и калия возможно получение среднегодовой урожайности зерна гречихи на уровне 8,0-9,0 ц/га, соломы 3,8-4,0 т/га и при внесении гречишной соломы в почву за счет увеличения новообразования гумуса на 0,65-0,79 т/га может обеспечить бездефицитный баланс гумуса почвы.

Литература

1. СЭС – советский энциклопедический словарь. – М.: Советская энциклопедия, 1982. С.344.
2. Интенсивная технология возделывания гречихи. Тематическая подборка № 78 – 130 – 1 – 88, Ульяновский ЦНТИ, - Ульяновск, 1988.
3. Колсанов Г.В. Возможности биологизации системы удобрения в учебно-опытном хозяйстве Ульяновской ГСХА. В кн: Дифференциация системы земледелия и плодородия черноземов лесостепи Поволжья Труды УГСХА – Ульяновск, 1996, с.83-98.
4. Шкарда М. Производство и применение органических удобрений. Перев. с чешск. З.К.Благовеценской. – М.: Агропромиздат, 1985, 364 с.
5. Гречиха. – М.: Россельхозиздат, 1978, 147 с.
6. Соколов О.А. Минеральное питание растений в почвенных условиях (на примере гречихи). Инст. Агрохимии и почвоведения АН СССР. – М.: Наука, 1980, 193 с.
7. Сергеев А.М. Теоретические и практические аспекты внескорневой подкормки гречихи. В кн: Оптимизация применения удобрений и обработка почвы в условиях лесостепи Поволжья. УСХИ. – Ульяновск, 1995, с. 42-51.
8. Агрохимия. Под ред. Б.А.Ягодина. – М.: ВО Агропромиздат, 1989, С.472.
9. Левин Ф.И. Количество растительных остатков в посевах

- культур и его определение по урожайности основной продукции. – М.: Агрохимия, 1977, №8, с.36.
10. Морозов В.И., Куликова А.Х., Подсевалов М.И., Петухов Е.А., Вандышев И.А. Влияние севооборотов на баланс гумуса в выщелоченном черноземе лесостепи Поволжья. – Агрохимия, 1994, № 10, с.3-10.
 11. Доспехов Б.А. Методика опытного дела. – М.: Колос, 1973, 335 с.
 12. Экономическое положение Ульяновской области за 1996 – 2000 гг. – ЦСУ, Ульяновск, 2001.
 13. Кольбе Г., Штумпе Г. Солома как удобрение. Перев. с нем. А.Н.Кулюкина. – М., 1972, 87 с.
 14. Колсанов Г.В., Евдокимов В.С., Чехмакин В.В. Динамика агрохимических показателей почв Ульяновской области за 30 лет. В кн: «Дифференциация системы земледелия и плодородие чернозема лесостепи Поволжья». Труды УГСХА. – Ульяновск, 1996, с.83-98.

УДК 633.085 + 631.82 + 633.15

ВЛИЯНИЕ РЖАНОЙ СОЛОМЫ И МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА КАЧЕСТВО КУКУРУЗЫ НА СИЛОС

Г.В.Колсанов, А.Х.Куликова, Н.В.Хвостов

В условиях лесостепи Поволжья солома до настоящего времени остается слабо изученным и мало используемым удобрением. В наших исследованиях различных видов соломы зернопропашного севооборота ржаная солома вносилась под кукурузу на силос.

Одним из существенных недостатков ржаной соломы, как и соломы других злаковых культур, является низкое содержание зольных элементов и азота (1). Это нередко приводит к снижению урожайности и качества удобряемых культур, которое может компенсироваться внесением вместе с соломой азотных добавок или полного минерального удобрения (2).

При всех положительных качествах кукурузы как сочного корма в ней мало азота и связанного с ним протеина (3). В связи