

новодство качественными кормами богатыми белком в течение лета, когда однолетние бобовые умеренного климата уже скошены несколько месяцев назад.

Благодарности

Проекту TR-31016 и TR-31024 Министерства образования, Науки и технологического развития Республики Сербия.

Литература

- Freed, R. (2013) Mstat 5.5.7. Michigan State University, Minnesota, USA.
- Mihailović, V., Mikić, A., Vasiljević, S., Milić, D., Čupina, B., Krstić, Đ. and Ilić, O. (2006) Tropical legumes for forage. *Grassland Science in Europe*, 11, 306-308.
- Mikić, A., Čupina, B., Mihailović, V., Krstić, Đ., Đorđević, V., Perić, V., Srebrić, M., Antanasović, S., Marjanović-Jeromela, A. and Kobiljski, B. (2012) Forage legume intercropping in temperate regions: Models and ideotypes. In: Lichtfouse, E. (ed.) *Sustainable Agriculture Reviews 11*. Springer Science+Business Media, Dordrecht, the Netherlands, pp. 161-182.
- Mikić, A., Mihailović, V., Čupina, B., Milić, D., Katić, S., Karagić, Đ., Pataki, I., D'Ottavio, P. and Kraljević-Balalić, M. (2013) Forage yield components and classification of common vetch (*Vicia sativa* L.) cultivars of diverse geographic origin. *Grass and Forage Science*, DOI: 10.1111/gfs.12033.

УДК 633.12:631.5:631.4

КОМПЛЕКСНОЕ ВЛИЯНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНОЛОГИИ НА ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВЫ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ГРЕЧИХИ

В.М. НОВИКОВ, кандидат сельскохозяйственных наук
ФГБНУ «ВНИИ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР»

В статье приведены результаты исследований по комплексному взаимодействию соломы предшественников, способа основной обработки почвы при её заделке, минеральных удобрений в разных звеньях севооборотов на плодородие почвы, урожайность гречихи и эффективность её производства. Установлено, что оптимизация основной обработки почвы под гречиху, за счёт применения вспашки на глубину 20-22 см и использования в качестве удобрений растительных остатков с соломой обеспечивает интенсификацию производства зерна гречихи (увеличение объёма), сохранение плодородия почвы без увеличения затрат. Эффективность возделывания гречихи без удобрений в звеньях севооборотов, только с использованием соломы и пожнивно-корневых остатков повышается в среднем в два раза.

Ключевые слова: предшественники, обработка почвы, солома с пожнивно-корневыми остатками и минеральные удобрения, гумус, засорённость посевов, урожайность гречихи, эффективность возделывания.

Процессы интенсификации растениеводства выдвигают ряд новых научных проблем – переход от всевозрастающих энергетических экологически опасных технологий к таким технологиям, при которых бы воспроизводство плодородия почв и производство продукции проводилось с максимальным использованием биологических факторов. Этому будет способствовать минимальное физическое воздействие на почву, соблюдение севооборота, регулирование содержания органических веществ, структура высеваемых культур, мульчирование почвы измельчённой соломой, пожнивными остатками и другое. Комплексное использование этих методов обеспечит производство продукции с наименьшими затратами и минимальным риском на окружающую среду, повышение рентабельности производства [1].

Вовлечение пожнивных остатков в биологический кругооборот и увеличение объёмов использования соломы всех возделываемых культур на удобрение обеспечивает возврат в почву элементов питания для сохранения и воспроизводства плодородия старопахотных почв [2, 3].

Актуальным остаётся использование соломы предшествующих культур под гречиху, которая в комплексе с рациональным применением минеральных удобрений, оптимальным размещением культуры в севообороте позволяет полнее использовать природные, материально-технические ресурсы, повышать эффективность продукции.

Использованию соломы озимой пшеницы под гречиху в качестве удобрений посвящено ряд научных работ, в частности в нашем регионе [4-7]. Все исследования указывают на ценность соломы, как органического удобрения под гречиху. С её использованием повышается биологическая активность почвы и урожайность. Особенно эффективно использование соломы на удобрение под гречиху совместно с умеренными дозами минеральных удобрений.

Наши исследования посвящены изучению комплексного взаимодействия соломы предшественников, способа основной обработки почвы при её заделке, минеральных удобрений в разных звеньях севооборотов на урожайность гречихи и эффективность её производства.

Методика проведения. Исследования проводились в стационарном полевом опыте на тёмно-серой лесной среднесуглинистой почве. Содержание гумуса в пахотном слое почвы среднее, составляющее 4,45 %, подвижного фосфора по Кирсанову высокое – 21,2-22,3 мг/100 г, калия среднее – 10,9-11,3 мг/100 г почвы. Реакция почвенной среды слабокислая – 5,40-5,54.

Опыт трёхфакторный. Первым фактором являлись два звена севооборота: 1) горох – озимая пшеница – гречиха; 2) соя – ячмень – гречиха. Вторым фактором опыта были две системы основной обработки почвы: 1) отвальная (традиционная) на глубину 20-22 см; 2) поверхностная (мульчирующая) на глубину 10-12 см. Третий фактор – два фона удобрений: без удобрений (только заделка соломы) и солома + минеральные удобрения. Расчётные дозы минеральных удобрений вносили под гречиху на планируемый урожай – в среднем $N_{21} P_{28} K_{105}$ кг/га д.в. В среднем в звене горох – озимая – пшеница – гречиха было внесено $N_{55} P_{50} K_{95}$, в звене соя – ячмень – гречиха – $N_{45} P_{40} K_{100}$ кг/га д.в.

Следует отметить, что солома предшественников сначала не глубоко заделывалась в почву на глубину 8-10 см дискованием тяжёлой бороной, затем (через две недели) в первом варианте проводилась вспашка, а во втором – повторное дискование, в результате которых полуразложившаяся солома распределялась равномерно по глубине обрабатываемого слоя.

Предпосевная обработка почвы после обоих вариантов основной была одинаковой, проводилась культиватором КПС-4. Под гречиху – двукратная культивация с разрывом во времени, первая с прикатыванием во время посева ранних яровых культур, вторая непосредственно перед посевом.

Опыт был проведён на трёх закладках, поставлен методом расщеплённых делянок с систематическим размещением вариантов. Повторность опыта – 4-х кратная.

Результаты исследований и их обсуждение. Количество и качество растительных остатков, остающихся в поле после уборки полевых культур, находятся в определённой зависимости от биологических особенностей культур и применяемых технологий [3, 6]. Наши исследования показали, что в среднем в звене горох – озимая пшеница в поле под гречиху оставалось от 8,9 до 10,0 т/га, в звене соя – ячмень от 4,4 до 5,6 т/га или на 48 % меньше, всей побочной продукции в виде измельчённой соломы и пожнивно-корневых остатков.

Эффективным средством увеличения количества побочной продукции в звеньях севооборотов являлось применение минеральных удобрений. Независимо от звена, внесение удобрений позволило увеличить количество соломы и пожнивно-корневых остатков на 6,6 %-18,2 %, с большими значениями в звене с ячменём.

Оптимальная заделка побочной продукции в пахотный горизонт может явиться эффективным способом поступления органического вещества в почву. Многими опытами установлено [8, 9], что по вспашке на 20-22 см складываются наиболее благоприятные условия для активизации биохимических процессов, гумификации органической массы, улучшающих питательный режим растений. При выращивании сельскохозяйственных культур ни поверхностная обработка, ни безотвальные приёмы рыхления почвы не способствуют лучшему раз-

витию корневых систем, улучшению плодородия почвы и не обеспечивают достаточно высокого урожая, чем вспашка на нормальную 20-22 см глубину [8].

В наших условиях распределение измельчённой соломы и пожнивно-корневых остатков, составляющих в среднем 7,16 т/га после разной заделки по профилю почвы показало, что после поверхностной обработки тяжёлой дисковой бороной на глубину 10-12 см 75,4 % (5,4 т/га) сосредотачивается в слое 0-10 см и 24,6 % (1,8 т/га) в слое 10-20 см: при отвальной обработке плугом на глубину 20-22 см в слое почвы 0-10 см – 45,3 % (3,24 т/га) и 54,7 % (3,92 т/га) в слое 10-20 см. Результаты отражались на процессах разложения этой органической массы и плодородии пахотных горизонтов.

Сравнительный анализ по содержанию гумуса в почве перед уборкой гречихи в зависимости от использования соломы, удобрений и основной обработки почвы в 3-х членных звеньях севооборотов показал заметные различия, в частности, от разных способов заделки побочной продукции культур и пожнивно-корневых остатков звеньев севооборотов. При заделке соломы тяжёлой дисковой бороной на глубину 10-12 см содержание гумуса, по другим вариантам опыта, в слое почвы 0-10 см в среднем составляло от 4,49 до 4,59 %, или на 0,10-0,14 % больше, чем при запашке соломы. Более высокое содержание гумуса в верхнем слое почвы при поверхностной заделке соломы отразилось на его содержании в 0-30 см слое, в котором он, в среднем, на 0,02-0,05 % был выше, чем при вспашке. Вместе с этим, если разница в содержании гумуса в слоях почвы 0-10 см и 0-30 см при запашке соломы, в среднем, составила 0,09 %, то при поверхностной заделке 0,22 % (табл. 1).

Таблица 1

Содержание гумуса в почве (%) в зависимости от изучаемых факторов (2012-2013 гг.) *

Фактор А – Звено севооборотов	Фактор Б – Обработка почвы	Фактор С – Удобрения	В слое 0-10 см	В слое 0-30 см
Горох – озимая пшеница – гречиха	Отвальная	Без удобрений	4,20	4,20
		N ₅₅ P ₅₀ K ₉₅	4,47	4,32
	Поверхностная	Без удобрений	4,18	4,07
		N ₅₅ P ₅₀ K ₉₅	4,57	4,34
Соя – ячмень – гречиха	Отвальная	Без удобрений	4,33	4,35
		N ₄₅ P ₄₀ K ₁₀₀	4,76	4,65
	Поверхностная	Без удобрений	4,92	4,42
		N ₄₅ P ₄₀ K ₁₀₀	3,94	3,92

*Опыт ведётся с 2010 года

Таким образом, после вспашки на 20-22 см пахотный горизонт по биогенным элементам и потенциальной энергии становится гомогенным по всему профилю. Обработка почворыхлящими орудиями, осуществляющими обработку почвы на небольшую глубину от 8 до 12 см, оказывает минимальное воздействие на процессы почвообразования, особенно на минерализацию органических и окисление минеральных веществ и их перераспределение по профилю пахотного горизонта. Пахотный горизонт при такой обработке складывается гетерогенным, то есть верхний слой пахотного горизонта по содержанию гумуса более обеспечен, чем нижний.

Однако сосредоточение большого количества растительных остатков в верхнем слое почвы при поверхностной их заделке снижало глубину посева семян и густоту всходов. На оптимальную глубину посева семян гречихи и близкую к ней (от 3 до 7 см) было заделано 74,6 % семян по вспашке, по поверхностной только 61,8 %.

Мелкая заделка большого количества семян вперемешку с растительными остатками отражалась на густоте всходов, которая у гречихи по поверхностной обработке снижалась на 12 %, в сравнении со вспашкой на глубину 20-22 см.

Ряд исследователей [10, 11], изучавших засорённость посевов полевых культур в зависимости от основной обработки почвы показали, что по постоянной поверхностной обработке почвы с течением времени засорённость уменьшается и уже не наносит большого вреда посевам. Однако, в наших условиях по многолетним данным [8, 12], по поверхностной обработке почвы, проводившейся тяжёлой дисковой бороной на глубину 10-12 см, наблюдается наибольшее количество и масса сорняков в посевах.

Подтвердился этот факт и в текущих исследованиях с гречихой. В этом опыте засорённость посевов гречихи в большей степени зависела от основной обработки почвы, чем от удобрений и предшественников (табл. 2).

В среднем за три года по поверхностной обработке почвы в звене горох – пшеница количество сорняков в посевах гречихи перед уборкой составляло на 16 шт/м², их масса на 32,8 г/м² больше, чем по отвальной в звене соя – ячмень, соответственно, больше на 52 шт/м² и 67,2 г/м². Эта засорённость посевов гречихи в определённой степени влияла на урожайность гречихи.

Растительные остатки сельскохозяйственных культур, в том числе солома, поступающие в почву, служат важнейшим пищевым ресурсом для агрономически полезной почвенной биоты и совместно с запасом элементов питания в почве создавали условия формирования урожайности гречихи без внесения удобрений.

Таблица 2

Влияние способов обработки почвы и удобрений на засорённость гречихи перед уборкой, 2012-2014 гг.

Фактор А – Звено севооборотов	Фактор Б – Обработка почвы	Фактор С – Удобрения	Количество сорняков, шт/м ²	Возд. сухая масса сорняков при уборке, г/м ²
Горох – озимая пшеница – гречиха	Отвальная	Без удобрений	32	21,3
		N ₅₅ P ₅₀ K ₉₅	43	50,1
	Поверхностная	Без удобрений	49	42,7
		N ₅₅ P ₅₀ K ₉₅	58	94,2
Соя – ячмень – гречиха	Отвальная,	Без удобрений	18	21,4
		N ₄₅ P ₄₀ K ₁₀₀	38	39,9
	Поверхностная	Без удобрений	74	74,2
		N ₄₅ P ₄₀ K ₁₀₀	87	121,4

При нормальных погодных условиях, которые сложились в 2014 году, гречиха на 92,3-98,8 % обеспечивала урожайность без удобрений. Однако на варианте с использованием соломы совместно с минеральными удобрениями в отдельные годы отмечалось снижение урожайности в пределах 0,18-0,20 т/га. Это обуславливалось неблагоприятными условиями в отдельные периоды роста и развития гречихи, вызвавшие полегание в 2012 году и угнетение растений от удобрений в 2013 году (табл. 3).

В среднем за три года урожайность гречихи в звене горох – пшеница составила 1,59-1,72 т/га, а достоверно ниже, в пределах 1,40-1,65 т/га в звене соя – ячмень. В обоих звеньях наибольшая урожайность формировалась выше по отвальной обработке почвы: в звене горох-пшеница на 0,08 т/га, в звене соя-ячмень на 0,15 т/га (табл. 3).

Таким образом, результаты исследований показывают, что урожайность гречихи в пределах от 1,49 т/га в звене соя-ячмень при заделке их поверхностным способом до 1,72 т/га в звене горох-пшеница с запашкой их плугом на глубину 20-22 см, можно достичь на фоне естественного плодородия, только с использованием растительных остатков.

Таблица 3

Урожайность гречихи сорта Темп в звеньях севооборотов в зависимости от основной обработки почвы и удобрений, т/га

Варианты опыта			2012 г.	2013 г.	2014 г.	Средняя
А – звено севооборота	В – основная обработка почвы	С – удобрения				
Горох – пшеница – гречиха	Отвальная	без удобрен.	1,83	1,53	1,79	1,72
		N ₅₅ P ₅₀ K ₉₅	1,53	1,48	1,94	1,65
	Поверхностная	без удобрен.	1,60	1,44	1,73	1,59
		N ₅₅ P ₅₀ K ₉₅	1,62	1,43	1,75	1,60
Соя – ячмень – гречиха	Отвальная	без удобрен.	1,94	1,39	1,63	1,65
		N ₄₅ P ₄₀ K ₁₀₀	1,57	1,34	1,67	1,53
	Поверхностная	без удобрен.	1,86	1,02	1,58	1,49
		N ₄₅ P ₄₀ K ₁₀₀	1,67	8,3	1,71	1,40
НСР ₀₅			0,04	0,02	0,05	0,03

При расчёте экономических и энергетических показателей производства гречихи по технологической карте её возделывания оказывается, что на удобрения приходится 44 % экономических или 15 % энергетических затрат. Поэтому возделывание гречихи без удобрений, только с использованием соломы и пожнивно-корневых остатков предшественника, в наших расчётах, в 2 раза снижаются экономические затраты, себестоимость продукции и на 33,45 % повышается рентабельность её производства, при цене реализации 16700 рублей за тонну зерна гречихи (2014 г.). Расчёт энергетических затрат при производстве зерна гречихи без применения удобрений показал снижение затрат энергии на 10 % и повышение коэффициента энергетической эффективности (КЭЭ) на 13,3 % (табл. 4).

Таблица 4

Эффективность возделывания гречихи при отдельных элементах интенсификации растениеводства (2012-2014 гг.)

Основная обработка почвы	Удобрения	Экономическая			Энергетическая		КЭЭ
		Производственные затраты, тыс. руб/га	Себестоимость зерна, руб/ц	Рентабельность, %	Затраты энергии, тыс. Мдж/га	Получено энергии с зерном гречихи, тыс. Мдж/га	
В звене горох – озимая пшеница – гречиха							
Отвальная	Без удобрений	5,38	312,8	433,9	19,04	28,67	1,51
	N ₅₅ P ₅₀ K ₉₅	10,91	660,9	152,7	20,73	27,51	1,33
Поверхностная	Без удобрений	5,06	318,0	434,3	17,34	26,51	1,53
	N ₅₅ P ₅₀ K ₉₅	10,63	664,2	151,4	19,76	26,67	1,35
В звене соя – ячмень – гречиха							
Отвальная	Без удобрений	5,34	323,7	415,9	18,35	27,51	1,50
	N ₄₅ P ₄₀ K ₁₀₀	10,84	708,3	135,8	20,20	25,51	1,26
Поверхностная	Без удобрений	4,98	334,3	399,5	16,89	24,84	1,47
	N ₄₅ P ₄₀ K ₁₀₀	10,49	749,6	122,8	18,86	23,34	1,24

Заключение

Оптимизация основной обработки почвы под гречиху за счёт применения вспашки на глубину 20-22 см и использования в качестве удобрений растительных остатков с соломой обеспечивает интенсификацию производства зерна гречихи (увеличение объёма), сохранение плодородия почвы без увеличения затрат.

На фоне без удобрений, только с заделкой соломы, формируется в среднем 16,1 ц/га зерна гречихи, что на 57,5 % обеспечивается плановая урожайность.

При возделывании гречихи по отвальной обработке почвы, в сравнении с поверхностной, обеспечивается прибавка урожайности зерна гречихи 1,2 ц/га (7,3 %).

Эффективность возделывания гречихи без удобрений в звеньях севооборотов только с использованием соломы и пожнивно-корневых остатков повышается в среднем в два раза.

Литература

1. Жученко А.А. Ресурсный потенциал производства зерна в России (теория и практика). – М.: ООО «Изд-во Агрорус», 2004. – С.187-245.
2. Назарюк В.И., Калимуллина Ф. Р. Использование минеральных удобрений и растительных остатков в зерновом севообороте // Вестник РАСХН, 2011. – № 5. – С.26-28.
3. Русакова И.В. Ресурсы и эффективное использование соломы в России. // Земледелие, растениеводство, селекция: настоящее и будущее. Сб. мат-лов междунар. н.-пр. конф., г. Жодино, т.1. / РУП «Научно-практ. центр НАН Беларуси по земледелию». Минск, 2012. – С.22-24.
4. Драп И.И. Эффективность использования соломы и минеральных удобрений под гречиху в лесостепной зоне Российской Федерации // Автореферат дисс. канд. с.-х. наук. Орёл, 2000. – 20 с.
5. Воробьёв И.В. Эффективность применения комплекса агробιοлогическιх приёмов на гречихе в условиях северной части ЦЧР // Автореферат дисс. канд. с.-х. наук. Орёл, 2001. – 22 с.
6. Басов Ю.В. Использование элементов биологизированных технологий возделывания гречихи в условиях Орловской области // Автореферат дисс. канд. с.-х. наук. Орёл, 2002. – 22 с.
7. Юдина С.А. Эффективность ресурсосберегающей технологии возделывания гречихи на серых лесных почвах юго-запада Центрального региона России. // Автореферат дисс. канд. с.-х. наук. Брянск, 2007. – 22 с.
8. Витер А.Ф., Турусов В.И., Гармашов В.М., Гаврилова С. А. Обработка почвы как фактор регулирования почвенного плодородия // Воронеж: изд-во «Истоки», 2011. – 208 с.
9. Шевцов Н.М. Системы обработки и их воздействие на плодородие и производительность почвы в культуре современного земледелия // Аграрная Россия, 2011. – № 3. – С.52-58.
10. Исайкин И.И., Волков М.К. Плуг – сорняка друг // Земледелие, 2007. – № 1. – С.23-24.
11. Кирюшин В.И. Минимизация обработки почвы: итоги дискуссии // Земледелие, 2007. – № 4. – С.28-30.
12. Новиков В.М. Влияние систем основной обработки почвы в севообороте на возделывание ячменя // Зернобобовые и крупяные культуры, 2013. – № 1 (5). – С.59-66.

COMPLEX INFLUENCE OF ELEMENTS OF TECHNOLOGY ON SOIL FERTILITY AND EFFICIENCY OF CULTIVATION OF BUCKWHEAT

V. M. Novikov

FGBNU «THE ALL-RUSSIA RESEARCH INSTITUTE OF LEGUMES AND GROAT CROPS»

Abstract: *In the article results of researches on complex interaction of straw of predecessors, of method of the basic soil cultivation at its covering, of fertilizers in different chains of crop rotations on soil fertility, productivity of buckwheat and efficiency of its production are resulted. It is established that optimization of the basic soil cultivation for buckwheat due to application of plowing on depth of 20-22 cm and use of plant residues with straw as fertilizers provides intensification of production of buckwheat grain (volume increase), preservation of soil fertility without increase of expenses. Efficiency of cultivation of buckwheat without fertilizers in chains of crop rotations only with use of straw and the aftercrop-root residues increases twice on the average.*

Keywords: predecessors, soil cultivation, straw with the aftercrop-root residues and fertilizers, humus, weediness of crops, productivity of buckwheat, efficiency of cultivation.