Российская академия сельскохозяйственных наук

Государственное научное учреждение
Всероссийский научно-исследовательский институт
органических удобрений и торфа
Россельхозакадемии

ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫЕ СИСТЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ И ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ

Владимир 2012

УДК 631.86
ББК 40.40
В 64

Высокоэффективные системы использования органических удобрений и возобновляемых биологических ресурсов: Сб. докладов Координационного совещания по выполнению задания 02.04 «Разработать высокоэффективные системы использования органических удобрений и возобновляемых биологических ресурсов для получения нормативно чистой растениеводческой продукции, создания экологической устойчивости агроландшафтов и воспроизводства плодородия почв». – М.: Россельхозакадемия – ГНУ ВНИИОУ, 2012 г. – 216 с.

В сборнике представлены основные результаты научно-исследовательских работ ГНУ ВНИИОУ и координируемых учреждений по выполнению задания 02.04, отражающие роль органических удобрений и возобновляемых биологических ресурсов в сохранении и повышении плодородия почв, приемы и технологии использования органических удобрений и биоресурсов.

Материалы сборника предназначены для специалистов агропромышленного комплекса, работников научно-исследовательских институтов и ВУЗов.

Доклады изданы в авторской редакции.

Редакционная коллегия:
- С.М. Лукин, директор ГНУ ВНИИОУ, доктор биол. наук
- А.И. Еськов, гл. научный сотрудник ГНУ ВНИИОУ, чл. – корр. Россельхозакадемии
- Т.Ю. Анисимова, зав. отделом ГНУ ВНИИОУ, канд. с.-х. наук

В 64
ISBN

© Российская академия сельскохозяйственных наук
© ГНУ ВНИИОУ Россельхозакадемии

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ГНУ ВНИИОУ ПО РАЗРАБОТКЕ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫХ СИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ И ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ БИОРЕСУРСОВ В ЛАНДШАФТНОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ

С.М. Лукин, И.В. Русакова, А.И. Еськов

ГНУ ВНИИОУ Россельхозакадемии, г. Владимир, vnion@vtsnet.ru

В настоящее время в большинстве регионов Российской Федерации продолжается снижение плодородия пахотных почв, ухудшается состояние земель, используемых для ведения сельского хозяйства. Вынос элементов питания с урожаем сельскохозяйственных культур превышает, их поступление в почву, что приводит к некомпенсированному расходу ресурсов и деградации почвенного плодородия. Более 70 млн. га пахотных земель России характеризуются повышенной кислотностью, 56 млн. га имеют низкое содержание гумуса, более 25 млн. га – низкое содержание подвижного фосфора и 11, 5 млн. га – низкое содержание подвижного калия.

В последние годы проблема органического вещества и элементов питания в пахотных почвах России становится все более острой и требует поиска путей оптимизации их режимов при различных технологиях применения органических удобрений и биоресурсов, являющихся основными факторами и источниками воспроизводства почвенного плодородия, сохранения и повышения устойчивости и продуктивности агроценозов.

Теоретической основой оптимизации режима органического вещества для устойчивого функционирования агроэкосистем является обеспечение сбалансированного круговорота биогенных элементов в земледелии. Поступление свежего органического вещества должно компенсировать его потери. Определение наиболее значимых расходных и приходных статей достигается на основе балансовых количественных исследований в строго контролируемых полевых опытах. Полученные экспериментальные репрезентативные данные могут служить практической основой для разработки первоочередных мероприятий по восстановлению почвенного плодородия и систем удобрения.

С этой целью во ВНИИОУ были разработаны приемы оптимизации режима органического вещества и элементов питания в почвах при различных технологиях применения органических удобрений и биоресурсов. Они включают нормативы определения потребности в органических удобрениях, модели динамики гумуса при длительном применении удобрений, биологические приемы оптимизации плодородия почв и повышения продуктивности земледелия, приемы комплексного использования торфа в сельском хозяйстве, а также базу данных длительных и кратко-

срочных опытов с органическими удобрениями. Использование рекомендуемых приемов позволяет определять оптимальные дозы органических удобрений в севооборотах, осуществлять планирование и оценивать эффективность использования органических удобрений, осуществлять прогноз изменения гумуса в пахотных почвах, обеспечивать сохранение и повышение плодородия почв, увеличить рентабельность производства на 15-20 %.

В разработанных ВНИИОУ совместно с координируемыми научным учреждениями моделях динамики гумуса при длительном применении удобрений на дерново-подзолистых почвах приведены показатели изменения содержания органического вещества почв при использовании различных систем удобрений. Статистические модели динамики гумуса в пахотных дерново-подзолистых почвах позволяют определить оптимальные дозы органических удобрений и биоресурсов в севооборотах различной специализации, а также осуществить прогноз изменения гумусного состояния почв в зависимости от агротехнических условий.

Основными реально используемыми видами органических удобрений являются навоз, помет и различные компосты на их основе. В настоящее время в России выход навоза и помета во всех категориях хозяйств составляет 294 млн.т в физической массе, или 211 млн. т в пересчете на подстилочный навоз. Более половины из них приходится на сельскохозяйственные организации. Обеспеченность 1 га посевов навозом составляет 1,5 т/га в сельскохозяйственных организациях, 22,4 т/га – в личных подсобных хозяйствах. Однако, объемы использования органических удобрений остаются крайне низкими и недостаточны даже для простого воспроизводства плодородия пахотных почв. Дисбаланс между выходом и внесением навоза и помета в сельскохозяйственных организациях составляет 40 млн.т. Ежегодное внесение органических удобрений (навоза), стабилизировалось за последние 5 лет на уровне 53 млн. т в год, или менее 1 т/га посевной площади, что составляет всего 10 % от потребности. Неэффективное использование органических удобрений приводит к потерям питательных веществ, сопоставимых с объемами применения минеральных удобрений, является причиной опасного загрязнения грунтовых и поверхностных вод, воздушного бассейна, окружающих ландшафтов.

По результатам проведенных в институте научных исследований разработаны теоретические основы и технологии санации и детоксикации переунавоженных почв методами фито- и биоремедиации. Внедрение таких технологий позволяет в течение одного вегетационного периода снизить уровень химического загрязнения почвы по нитратам, фосфатам на 20-60 %, биологического загрязнения по коли-титру до 0,1, по титрам анаэробов - до 0,01 и термофилов - до 0,001, численность жизнеспособных яиц гельминтов – до единичных экземпляров в 1 кг почвы; загрязнение

грунтовых вод нитратами, нитритами, аммиаком, фосфатами – до уровня, не превышающего нормативные ограничения. Суммарный экономический эффект внедрения технологий фито-и биоремедиации почв, загрязненных органогенными отходами на площади 2,4 млн. га может составить 50,9 млрд. руб., в т.ч. 41,7 млрд. руб. – в результате повышения уровня экологической безопасности, 9,2 млрд. руб. – за счет увеличения урожайности сельскохозяйственных культур, качества продукции растениеводства.

Для решения задач осуществления контроля за загрязненными органогенными отходами землями во ВНИИОУ разработана система мониторинга земель, продукции растениеводства в зонах влияния предприятий индустриального животноводства. Она предназначена для предотвращения загрязнения земель органическими отходами животноводства, обеспечения государственных органов, в т.ч. осуществляющих государственный земельный контроль, юридических и физических лиц, а также сельскохозяйственных товаропроизводителей всех форм собственности, достоверной информацией о состоянии сельскохозяйственных земель и их фактическом использовании. Система мониторинга земель включает более 80 показателей – индикаторов экологической безопасности почв, в т.ч. общие, физико-химические, радиологические, токсикологические, биологические, ветеринарно-санитарные, гигиенические.

Система мониторинга почв и продукции растениеводства в зонах деятельности животноводческих комплексов, птицефабрик, обеспечивает получение нормативно чистой растениеводческой продукции, сохранение и восстановление плодородия деградированных почв, позволяет дать объективную информацию о состоянии окружающей среды и снизить экологические нагрузки на 50 млн. популяционных эквивалентов.

Среди факторов управления плодородием и продуктивностью агроценозов важнейшее значение имеют биологические факторы и возобновляемые биоресурсы, включающие все виды нетоварной части растительной продукции, сидераты, почвенные микроорганизмы. Они отличаются от других ресурсов неисчерпаемостью и высокой скоростью воспроизводства.

Во ВНИИОУ разработаны технологии использования сидератов и средоулучшающих культур в севооборотах Нечерноземной зоны РФ, а также биологические приемы оптимизации плодородия почв и повышения продуктивности земледелия. Они позволяют оптимизировать структуру посевных площадей и севооборотов, насыщать их бобовыми культурами, максимально использовать на удобрение солому, сидераты и биологический азот при сбалансированном использовании минеральных удобрений. Использование биологических приемов оптимизации плодородия дерново-подзолистых почв обеспечивает получение продуктивности севооборота

47 ц з.е./га при этом затраты на удобрения в 1,9 раза ниже по сравнению с органоминеральной системой удобрения.

По оценкам ВНИИОУ, в растениеводстве ежегодно образуется 40-50 млн. т излишков соломы зерновых и других культур, не используемых на корм и подстилку животным. Этого количества соломы достаточно, чтобы удобрить 16-20 млн. га или 12-15 % посевной площади, внести в почву дополнительно 0,64-0,85 млн. т NPK и 32-40 млн. т свежего органического вещества.

На основе проведенных экспериментальных исследований в длительных, краткосрочных полевых и производственных опытах в различных почвенно-климатических условиях РФ ВНИИОУ совместно с институтами-соисполнителями разработаны технологии использования соломы и растительных остатков агроценозов на удобрение. В работе изложены теоретические основы, агротехнологические требования, технологические приемы, показатели агроэкологоэкономической и энергетической эффективности использования соломы и растительных остатков агроценозов на удобрение. Использование технологий обеспечивает экологически безопасную утилизацию отходов растениеводства, воспроизводство плодородия почв, повышение урожайности полевых культур на 8-20 %, снижение затрат ГСМ – на 10-15 %, повышение рентабельности – на 20-30 %. Экономическая эффективность от внедрения разработки составляет 0,8-1,5 тыс. руб./га.

Способ эффективного использования соломы в качестве удобрения с применением биопрепарата Баркон, позволяет за счет направленной регуляции микробиологических процессов трансформации пожнивных остатков, повысить коэффициент их гумификации в 1,5-1,7 раза, увеличить накопление гумуса в почве до 600-900 кг/га, биологическую активность почвы − в 1,3-1,8 раза, снизить фитотоксичность продуктов разложения соломы, увеличить урожайность сельскохозяйственных культур на 8-15 %.

Технологии применения соломы на удобрение имеют существенные экономические преимущества по сравнению с другими технологиями ее использования и другими видами органических и минеральных удобрений. Благодаря устранению затрат на уборку, вывоз и хранение соломы, при ее непосредственном использовании на удобрение достигается экономия труда, времени, материальных и финансовых средств.

Ископаемые ресурсы органических удобрений представлены торфом и сапропелями. Запасы торфа в целом по РФ оцениваются в 181 млрд. т, сапропелей - 91 млрд. т. Содержание органического вещества и элементов минерального питания в балансовых запасах торфа (30,6 млрд. т) составляет, соответственно, 9398 и 23,5 млн. т.

Однако, в настоящее время данные ресурсы, в связи с высокой стоимостью добычи, транспортировки и внесения торфа, в сельском хо-

зяйстве используются в крайне низких объемах. Так, объем добычи торфа не превышает 2 млн. т в год, при этом большая часть его используется в качестве топлива. С эколого-энергетических позиций и получения наибольшей прибыли лучший способ использования торфа в сельском хозяйстве - производство малообъемных органических, органоминеральных удобрений и грунтов. Так, применение верхового торфа в виде плит сухого прессования для выращивания рассады овощных и цветочных культур в десятки раз экономически эффективнее, по сравнению с применением его при вывозке на поля. Вовлечение в хозяйственно-биологический круговорот запасов торфа требует разработки более совершенных технологий и технических средств его добычи, соблюдения экологических ограничений, обеспечивающих устойчивое развитие природопользования.

Наиболее ценными органическими удобрениями являются композиты, получаемые в процессе глубокой переработки органогенных материалов микроорганизмами в условиях активного регулирования режимов аэрации, влажности, соотношения C:N и реакции среды.. В результате проведения научных исследований ВНИИМЗ и ВНИИОУ разработаны технологии и технические средства по ускоренному производству компостов в специальных сооружениях с активной аэрацией. Данные технологии позволяют за 7-10 дней осуществить полное обеззараживание, обезвреживание компостной массы от патогенных, болезнетворных микроорганизмов, личинок гельминтов, семян сорной растительности. В процессе активной аэрации получают развитие сообщества микроорганизмов, повышающие подвижность элементов питания и разрушающие экологически опасные органические соединения.

В решении проблемы высокоэффективного, экологически безопасного использования органических удобрений и биоресурсов важнейшее значение принадлежит разработке нормативно-технических документов, регламентирующих их производства и применение.

Во ВНИИОУ разработан ряд национальных стандартов, в т.ч.: «Удобрения органические. Термины и определения», «Удобрения органические на основе органогенных отходов растениеводства и предприятий, перерабатывающих растениеводческую продукцию», «Почвы и грунты. Грунты питательные», «Почвы и грунты. Грунты тепличные», «Удобрения органические. Атомно-абсорбционный метод определения содержания тяжелых металлов», «Удобрения органические. Методы определения удельной активности техногенных радионуклидов», «Удобрения органические. Методы определения суммарной удельной активности природных радионуклидов», «Удобрения органические. Сапропели», «Удобрения органические. Биокомпосты», декларирующих токсикологические, ветеринарно-санитарные, гигиенические требования к безопасности и качеству производимых органических удобрений.

Для условий Нечерноземной зоны разработаны нормативные показатели прибавок урожая от использования органических удобрений в севооборотах, которые предназначены для разработки систем применения удобрений в конкретных хозяйственных условиях; планирования производства сельскохозяйственной продукции за счёт использования основных и нетрадиционных видов и форм органических удобрений; определения оптимальных доз удобрений с учётом почвенно-климатических условий; для разработки планов применения органических удобрений в хозяйствах, при составлении перспективных и годовых планов развития; оценке экономической эффективности органических удобрений.

На основе обобщения проведенных в Российской Федерации полевых опытов в севооборотах за последние 30 лет, разработана новая задача по расчету доз удобрений на планируемый урожай с использованием ЭВМ.

Анализ современного состояния сельскохозяйственной отрасли свидетельствует о том, что она располагает существенным и, в значительной степени, неиспользованным потенциалом увеличения производства продовольствия на основе высокоэффективного использования органических удобрений, легковозобновляемых биоресурсов, аккумулирующих солнечную энергию и способствующих активизации жизнедеятельности растительно-микробных комплексов.

В 2011-2015 г.г. научные исследования ГНУ ВНИИОУ и институтов-соисполнителей направлены на разработку высокоэффективных систем использования органических удобрений и биоресурсов в земледелии, обеспечивающих повышение на 15-20 % производства продукции, вовлечение в агроценозы дополнительного количества биогенных элементов и увеличение на 10-15 % окупаемости применения органических удобрений прибавкой урожая.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОЛОМЫ В КАЧЕСТВЕ УДОБРЕНИЯ В СЕВООБОРОТЕ С ЛЮПИНОМ

Т.Ю. Анисимова

ГНУ ВНИИОУ Россельхозакадемии, г. Владимир,

anistan2009@mail.ru

На дерново-подзолистой супесчаной почве опытного поля ВНИИОУ проводили исследования по изучению влияния использования стерни и соломы озимой пшеницы в качестве удобрения под узколистный люпин в звене севооборота: озимая пшеница – узколистный люпин на зерно – картофель – ячмень. Чтобы более рельефно оценить эффективность соломы под люпин и ее последействие совместно с люпином на картофеле

и ячмене, урожай зерна озимой пшеницы не учитывался. Под картофель и ячмень удобрения не вносились, под люпин запахивали стерню и солому озимой пшеницы по следующей схеме:

1. Стерня: запашка осенью - контроль
2. Стерня: дискование, запашка осенью
3. Стерня + солома: запашка осенью
4. Стерня + солома: дискование, запашка осенью
5. Стерня + солома: дискование, запашка осенью

Масса запаханной соломы в среднем составила 4,8 т/га, стерни и корней – 2,7 т/га. С соломой в почву поступило 19,8 кг азота, 10,4 кг фосфора и 48,5 кг калия на 1 га, со стерней и корнями – 8,5; 4,7 и 19,5 кг соответственно.

Особенностью бобовых культур является их способность в симбиозе с клубеньковыми бактериями частично удовлетворять потребность в азоте за счет фиксации его клубеньковыми бактериями из атмосферы [1,3,4,8]. По оценкам Е.П.Трепачева (1999), за счет азота атмосферы формируется от 30 до 80 % урожая бобовых. Размеры отчуждения азота почвы зависят от коэффициента симбиотической азотфиксации [2,16]. Чем он больше, тем меньше доля отчуждаемого азота из почвы и наоборот. Коэффициент азотфиксации (доля азота атмосферы в общем потреблении его урожаем) зависит от ряда факторов: почвенно-климатических условий, условий минерального питания и др.

Для каждой бобовой культуры определяется свой коэффициент азотфиксации (Кф) в данных конкретных условиях. Наиболее простым и удовлетворительным методом применительно к полевым условиям может служить метод сравнения бобовых и злаковых растений по содержанию в них азота в расчете на единицу площади [15]. Важно подбирать культуры близкие по длине вегетационного периода, агротехнике, возделываемых на той же почве. Практическая ценность метода в том, что он дает достаточно надежные показатели биологического азота бобовых за период вегетации. В наших опытах в качестве злаковой культуры, наиболее близкой по ряду вышеперечисленных требований к люпину, мог быть использован ячмень.

Исследования показали, что при удобрении соломой повышается коэффициент азотфиксации (табл. 1). Колебания погодных условий в годы проведения опыта также оказывали влияние на долю азота атмосферы в урожае. При благоприятных условиях роста и развития растений доля азота воздуха в формировании урожая заметно увеличивалась.

Зная коэффициент азотфиксации, легко определить вынос азота из атмосферы. Вынос азота бобовых из почвы определяется по формуле, предложенной Е.П.Трепачевым:

Вынос Nп = Nобщ. – (Nобщ. * КФ), где

Nп – вынос азота из почвы бобовой культурой;

Nобщ. – общий азот в урожае бобовой культуры, включая побочную продукцию, кг/га.

Исследования выявили, что общий вынос азота из атмосферы по фону соломы значительно возрастает. Так, общий вынос азота в вариантах с соломой в зависимости от способа и срока заделки возрос на 31-69 % по сравнению с контролем, вынос азота из атмосферы – на 48-107 %. На размер выноса люпином азота из почвы удобрение соломой влияния практически не оказало (табл. 1).

Таблица 1. **Влияние способов и сроков заделки соломы на содержание общего азота в биомассе люпина, коэффициенты азотфиксации и размеры потребления азота растениями люпина (в среднем за 3 года)**

Вариант	Общий вынос N, кг/га	Вынос N из почвы, кг/га	Потребление N из атмосферы, кг/га	Коэффициент азотфиксации
1	80,9	28,3	52,6	0,65
2	87,5	28,4	59,1	0,66
3	106,0	27,9	78,1	0,74
4	118,0	28,1	89,9	0,77
5	137,0	28,0	109,0	0,80

Главным и производственно наиболее важным свойством люпина является его способность накапливать большое количество белка за счет атмосферного азота при минимальных затратах азота почвы и минеральных удобрений [5, 7, 10, 12]. Содержание белковых веществ в люпине обусловлено не только биологическими особенностями отдельных его видов, разновидностей и сортов, но и условиями произрастания. При удобрении люпина соломой возросло содержание в его зерне белка и сырого протеина. Сбор сырого протеина зависел от срока и способа заделки соломы в почву. Исследования показали, что весенняя запашка соломы была наиболее благоприятной для увеличения сбора сырого протеина. В этом случае сбор сырого протеина увеличился на 2,9 ц/га по сравнению с контролем (табл. 2).

Таблица 2. **Влияние соломы на сбор сырого протеина в урожае зерна люпин в зависимости от срока и способа ее заделки (среднее за 3 года)**

Вариант опыта	Содержание сырого протеина, %	Сбор сырого протеина, ц/га
Стерня: запашка осенью - контроль	20,6	4,2
Стерня: дискование, запашка осенью	21,0	4,6
Стерня + солома: запашка осенью	24,2	5,6
Стерня + солома: дискование, запашка осенью	24,1	6,0
Стерня + солома: дискование, запашка осенью	25,7	7,1

При разложении стерни и соломы высвобождаются кроме азота, фосфор, калий, кальций, магний, сера, микроэлементы. Солома и стерня при заделке в почву являются важнейшим средством микробиологической мобилизации в почве труднодоступных и дефицитных элементов питания за счет энергии органического вещества [9, 17, 6]. Этот факт нашел подтверждение в наших опытах. Под влиянием соломы повышается доступность растениям люпина фосфора, калия и других элементов. Основное влияние соломы, по мнению Дж. У.Кука (1975), сводится к инактивации азота и обеспечению растений калием. В наших опытах с соломой и стерней под люпин было внесено 68 кг/га калия (в 4,5 раза больше, чем фосфора). Калий способствует усиленному образованию клубеньков, ускорению созревания растений, повышает содержание белка в зерне [13,14,18].

Технологические приемы использования соломы на удобрение отразились на продуктивности всего звена севооборота (табл. 3). Осенняя запашка незадискованной соломы была наиболее эффективной, продуктивность звена севооборота в этом варианте увеличилась на 23,1 % по сравнению с контролем (табл. 4). Дискование соломы при осенней запашке увеличило продуктивность звена севооборота на 18,6 %, при весенней – на 21,1 %.

Таким образом, в результате проведения исследований выявлена высокая агроэкономическая, агрохимическая, энергосберегающая и ресурсовосстанавливающая роль узколистного люпина при выращивании на зерно в звене севооборота с картофелем и ячменем при внесении под люпин соломы озимой пшеницы без компенсирующих добавок азота. При этом обеспечивается устойчивая урожайность зерна люпина на уровне 23,2-27,6 ц/га, что на 20 % в среднем выше неудобренного контроля. Ран-

неосеннее дискование измельченной соломы и весенняя запашка под люпин обеспечивает максимальную прибавку зерна люпина (6,6 ц/га) и позволяет увеличить площадь зяби под другие культуры. Урожайность люпина по соломе возрастает по технологическим вариантам на 2,3-6,6 ц/га, картофеля – на 27-41 ц/га, ячменя – на 0,8-4,9 ц/га при увеличении продуктивности звена севооборота на 15,8-20,8 ц/га з.е, или на 17,7-23,3 %.

Таблица 3. **Эффективность соломы и люпина в звене севооборота, ц/га**

Вариант	Прямое действие соломы		Последействие соломы			
	люпин узколистный		картофель		ячмень	
	урожай	прибавка	урожай	прибавка	урожай	прибавка
1	21,0	-	162	-	9,9	-
2	21,9	0,9	172	10	10,2	0,3
3	23,3	2,3	203	41	14,8	4,9
4	24,8	3,8	196	34	10,8	0,9
5	27,6	6,6	189	27	10,7	0,8
$НСР_{05}$		2,3		21		1,1

Таблица 4. **Суммарная продуктивность звена севооборота при сочетании соломы и люпина**

Вариант	Сбор з.е. товарной продукции, ц/га	Прибавка		Сбор з.е. с учетом побочной продукции, ц/га	Прибавка	
		ц/га з.е.	%		ц/га з.е	%
1	79,8	-	-	89,4	-	-
2	83,9	4,1	5,1	93,7	4,3	4,8
3	98,2	18,4	23,1	110,2	20,8	23,3
4	94,5	14,7	18,6	105,2	15,8	17,7
5	96,6	16,8	21,1	108,3	18,9	21,1
$НСР_{05}$		10,8			10,3	

Солома способствует повышению коэффициента симбиотической азотфиксации у растений люпина на 9-15 % и при росте урожайности увеличивает потребление азота люпином на 31-69 %, усиливая использование азота из атмосферы на 48-107 %. Внесение соломы увеличивает накопление переваримого протеина люпином до 551 кг/га, что позволяет сократить

перерасход кормов из-за дефицита белка в рационах и увеличить производство молока и мяса в зоне люпиносеяния.

Литература

1. Авров О.Е., Мороз З.М. Использование соломы в сельском хозяйстве. Ленинград. Колос. 1976. 200 с.

2. Алиева Е.И. Итоги восьмилетнего использования соломы как удобрения на дерново-подзолистых почвах / В сб. Использование соломы как органических удобрений. М. Наука.1980. С.178-185.

3. Вильямс М.В. Симбиотическая фиксация азота у растений люпина в зависимости от условий фотосинтеза и азотного питания // Физиология растений. 1982. Т. 32. Вып. 1. С. 97.

4. Голод Б.И. Влияние соломы на фиксацию азота атмосферы клубеньковыми бактериями и урожай бобовых культур // Автореферат дис. канд. с.-х. наук. М.ТСХА.1968.18 с.

5. Дюбин В.Н. Агроклиматическое обоснование возделывания различных видов люпина на семена // Бюл. ВИР. Ленинград.1978. Вып. 76. С. 55.

6. Заремба В.П. и др. Расщепление труднорастворимых фосфатов кальция клубеньковыми бактериями люпина // Агрохимия. 1965. № 1. С. 53-57.

7. Захарченко И.Г., Пироженко Г.С. О фиксации азота бобовыми // Агрохимия. 1970. № 5. С. 28-33.

8. Кожемяков А.П. Приемы повышения продуктивности азотфиксации и урожая бобовых культур / В сб. Биологический азот в с.-х. М. Наука. 1989. С.15-26.

9. Кольбе Г., Штумпе Г. Солома как удобрение. М. Колос. 1972. 75 с.

10. Кретович В.Л. Биохимия зерна. М. Наука. 1981 С. 73.

11. Кук Дж. Системы удобрения для получения максимальных урожаев. М. Колос.1975. 416 с.

12. Майсурян Н.А., Атабекова А.И. Люпин. М. Колос. 1974. 299 с.

13. Найдин П.Г. Удобрение зерновых и зернобобовых культур. М. Сельхозгиз. 1963. 263 с.

14. Такунов И.П. Люпин в земледелии России. Брянск. Придесенье. 1996. 372 с.

15. Трепачев Е.П. Агрохимический аспекты биологического азота в современном земледелии. М. 1999. 498 с.

16. Трепачев Е.П., Ягодина М.С. Симбиотический азот и органическое вещество бобовых в земледелии НЗ РСФСР // С.-х. биология. 1991. № 11.С.18-33.

17. Фокин А.Д. и др. Роль растительных остатков в обеспечении растений зольными элементами на подзолистых почвах // Почвоведение. 1979. № 6. С. 53-61.

18. Юхимчук Ф.Ф. Люпин в земледелии. Киев. Госсельхозиздат.1963. 290 с.

СМЕШАННЫЕ ПОСЕВЫ ТРИТИКАЛЕ С ЗЕРНОБОБОВЫМИ КУЛЬТУРАМИ

В.Н. Баринов, Л.И. Ермакова

ГНУ ВНИИОУ Россельхозакадемии, г. Владимир, vnion@vtsnet.ru

Исследования ВНИИ люпина и ВНИИОУ (1-3) показали, что продуктивность однолетнего люпина и злаковых культур можно повысить при возделывании их в смешанных посевах. В последние годы среди однолетних зернофуражных культур большое распространение получает тритикале. В этой связи хозяйственный интерес представляет возможность и технологические параметры возделывания люпина и кормовых бобов с тритикале.

Опыты по данной проблеме проводили на дерново-подзолистой супесчаной почве, которая характеризуется слабокислой реакцией почвенной среды, средним содержанием усвояемых форм фосфора , калия и низким – гумуса.

В чистом виде однолетний люпин (Кристалл), кормовые бобы (Узунувские) тритикале (Амиго, селекции ВНИИОУ) высевали в 100 % норме, в смешанных посевах эта норма высева для люпина и бобов сохранилась, для тритикале уменьшена вдвое. Размер опытной делянки 13,2 $м^2$, повторность трёхкратная.

Результаты исследований показали приоритетное развитие растений в смешанных посевах, что сказалось на показателях развития зеленой массы, в большей мере зерна (табл. 1).

Среднесуммарный урожай культур, ц/га:

- тритикале и люпин: зеленая масса – 120, зерно – 17,0;
- тритикале и бобы: зеленая масса – 168, зерно – 24,3.

По сравнению со среднесуммарным урожаем прирост зеленой массы смеси люпина с тритикале составил 68 ц/га (57 %), зерна - 13,2 ц/га (78 %); прирост зеленой массы бобов с тритикале – 27 ц/га (16 %) , зерна – 7,2 ц/га (30 %).

Таблица 1. **Урожайность монокультур и смешанных посевов**

Культуры	Зеленая масса			Зерно		
	Урожай, ц/га	Прибавка, ц/га	Прибавка, %	Урожай, ц/га	Прибавка, ц/га	Прибавка, %
Тритикале	124	-	-	23,8	-	-
Люпин	116	-	-	10,2	-	-
Бобы	212	-	-	24,8	-	-
Люпин + тритикале	186	68	57	30,2	13,2	78
Бобы + тритикале	195	27	16	31,5	7,2	30
$НСР_{05}$,ц/га		25			2,1	

Смешанные посевы способствовали улучшению качества урожая (табл. 2).

Таблица 2. **Качество урожая**

Культуры	Зеленая масса			Зерно		
	Выход кормовых ед. / га	Выход белка, ц/га	Перевар. протеин, г/ к. ед.	Выход кормовых ед. / га	Выход белка, ц/га	Перевар. протеин, г/ к. ед.
Тритикале	2480	0,83	27	2856	2,12	59
Люпин	2320	2,31	80	1204	2,56	170
Бобы	4240	2,93	55	2877	5,38	150
Люпин + тритикале	3760	2,43	52	3564	4,53	102
Бобы + тритикале	3900	2,88	59	3717	4,86	105

В смешанных посевах люпина с тритикале существенно возросло качество урожая укосной массы и зерна, по сравнению с монокультурой компонентов смеси увеличился выход кормовых единиц и белка, в зерне достигнуто оптимальное соотношение переваримого протеина к кормовой единице. Этот показатель в зеленой массе наиболее высоким был на варианте с люпином и низким – с тритикале. Зеленая масса культур на всех вариантах опыта была не сбалансирована по белку.

Качество укосного урожая смешанных посевов с бобами не имело приоритета перед монокультурой бобов. В случае возделывания бобов по зерновой технологии наивысшие показатели качества продукции получены в смешанных посевах.

Литература

1. Купцов Н.С., Такунов И.П. Люпин – генетика, селекция, гетерогенные посевы. Брянск, 2006. - 576 с.

2. Такунов И.П., Слесарева Т.Н. Безгербицидная ресурсоэнергосберегающая технология возделывания люпина и злаковых культур в смешанных посевах. Научно-практические рекомендации. Брянск. Издательство «Читай – город», 2007. - 60 с. + илл.

3. Новиков М.Н., Такунов И.П., Слесарева Т.Н., Баринов В.Н. Смешанные посевы с люпином в земледелии Нечерноземной зоны. М.: ООО «Столичная Типография», 2008. - 160 с.

ИЗМЕНЕНИЕ ГУМУСНОГО СОСТОЯНИЯ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ ПОД ВЛИЯНИЕМ ОРГАНИЧЕСКИХ И МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ В КОРМОВОМ СЕВООБОРОТЕ

Н.В. Булатова, Н.Т. Чеботарев, д.с.-х.н.**, А.А. Хомченко**
ГНУ НИИСХ Республики Коми Россельхозакадемии,
г. Сыктывкар, nipti@bk.ru

Дерново-подзолистые почвы не отличаются высоким естественным плодородием. Содержание органического вещества в таких почвах составляет лишь 1 – 2 % и то почти все его количество сосредоточено в верхнем дерновом горизонте. Длительная эксплуатация дерново-подзолистых почв приводит к их деградации, что обусловлено, в первую очередь, снижением в них запасов органического вещества. В результате этого отмечается снижение продуктивности сельскохозяйственных культур. Для создания и поддержания оптимального содержания гумуса в пахотных дерново-подзолистых почвах необходимо систематическое применение органических удобрений не только как источника питательных веществ, но и как регулятора всех процессов гумусонакопления.

Исследования по изучению режима органического вещества и его воспроизводства проводили на длительном стационарном опыте с севооборотом, заложенном в 1978 г., на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве с содержанием гумуса 2,1 - 2,5 %. Чередование культур в кормовом севообороте: картофель, однолетние травы с подсевом многолетних, многолетние травы 1 и 2 г.п., однолетние травы, картофель. Органические удобрения в виде торфонавозного компоста (ТНК) вносили в 2005 г. под

картофель. Дозы минеральных удобрений рассчитаны по выносу элементов питания на планируемую урожайность сельскохозяйственных культур: картофель – $N_{60}P_{30}K_{180}$ (15 т/га), однолетние травы – $N_{40}P_{32}K_{116}$ (20 т/га), многолетние травы – $N_{40}P_{32}K_{108}$ (15 т/га).

Длительные исследования (34 года) показали, что внесение органических и минеральных удобрений способствовало повышению урожайности культур севооборота и, тем самым, накоплению органического вещества в почве. За ротацию севооборота (2006 – 2011 гг.) последействие ТНК в дозе 80 т/га и ежегодное внесение минеральных удобрений обеспечили наибольшую урожайность культур (в среднем за 2 года): картофеля - 33,4 т/га (142 % к контролю), однолетних трав – 3,2 т/га (160 % к контролю), многолетних трав – 6,1 т/га (179 % к контролю).

На этом же фоне за счет поступления наибольшего количества корнепожнивных остатков содержание гумуса в почве возросло на 0,8 % или на 21 т/га от исходного (таблица 1). На фоне минеральной системы удобрений и последействия ТНК в дозе 40 т/га за счет поступления меньшего количества корнепожнивных остатков культур в сравнении с лучшим вариантом содержание гумуса составило 2,5 - 2,6 %, что превысило контроль на 0,3 – 0,4 %. На контрольном варианте без применения удобрений увеличение гумуса на 0,1 % от исходного (2,1 %) связано, возможно, с поступлением растительных остатков культур севооборота.

Таблица 1. **Динамика содержания гумуса и его запасы в кормовом севообороте**

Варианты	Содержание гумуса, %		Изменения содержания гумуса от исходного	
	1977 г. (исх.)	2006-2011 гг.	± %	в ср. за год, кг/га
1. Контроль	2,1	2,2	+ 0,1	+ 76
2. NPK	2,5	2,6	+ 0,1	+ 76
3. ТНК 40 т/га	2,5	2,5	0	0
4. ТНК 40 т/га + NPK	2,1	2,6	+ 0,5	+ 382
5. ТНК 80 т/га	2,4	2,8	+ 0,4	+ 306
6. ТНК 80 т/га + NPK	2,3	3,1	+ 0,8	+ 612
$НСР_{0,5}$		0,3		

В среднем за 2006 и 2011 гг. поступление гумуса в почву с растительными остатками картофеля составило 0,19 и 0,24 т/га. За счет внесения органических удобрений и разложения растительных остатков, запасы гу-

муса в почве возросли на 2 – 4 т/га (таблица 2). Органические удобрения в дозе 40 т/га обеспечили бездефицитный баланс гумуса, 80 т/га – положительный (+ 1,6 и + 1,8 т/га). На контрольном варианте и на минеральном фоне без применения органических удобрений поступление гумуса в почву было намного ниже его минерализации, в результате чего дефицит гумуса составил 1,6 и 1,8 т/га.

Таблица 2. **Баланс гумуса в кормовом севообороте**

Варианты	Поступление гумуса с растительными остатками и ТНК, т/га	Минерализация гумуса, т/га	Баланс гумуса, ± т/га	ИБ, %
Картофель (в среднем за 2006 и 2011 гг.)				
1. Контроль	0,19	1,75	- 1,56	11
2. NPK	0,24	2,00	- 1,76	12
3. ТНК 40 т/га	2,07	1,91	+ 0,16	108
4. ТНК 40 т/га + NPK	2,07	2,08	- 0,01	100
5. ТНК 80 т/га	3,92	2,08	+ 1,84	188
6. ТНК 80 т/га + NPK	3,96	2,33	+ 1,63	170
Однолетние травы (в среднем за 2007 и 2010 гг.)				
1. Контроль	0,24	0,35	- 0,11	69
2. NPK	0,26	0,40	- 0,14	65
3. ТНК 40 т/га	0,96	0,39	+ 0,57	246
4. ТНК 40 т/га + NPK	0,99	0,42	+ 0,57	236
5. ТНК 80 т/га	1,66	0,42	+ 1,24	395
6. ТНК 80 т/га + NPK	1,71	0,47	+ 1,24	364
Многолетние травы (в среднем за 2008 и 2009 гг.)				
1. Контроль	0,43	0,35	+ 0,08	123
2. NPK	0,65	0,40	+ 0,25	162
3. ТНК 40 т/га	1,24	0,39	+ 0,85	318
4. ТНК 40 т/га + NPK	1,46	0,42	+ 1,04	348
5. ТНК 80 т/га	2,01	0,42	+ 1,59	479
6. ТНК 80 т/га + NPK	2,25	0,47	+ 1,78	479
В среднем за год ротации севооборота				
1. Контроль	0,29	0,82	- 0,53	35
2. NPK	0,38	0,93	- 0,55	41
3. ТНК 40 т/га	1,42	0,90	+ 0,52	158
4. ТНК 40 т/га + NPK	1,51	0,97	+ 0,54	156
5. ТНК 80 т/га	2,53	0,97	+ 1,56	261
6. ТНК 80 т/га + NPK	2,64	1,09	+ 1,55	242

Органическая и органо-минеральная системы удобрений способствовали повышению урожайности однолетних трав и, тем самым, поступлению их корнепожнивных остатков. Накопление гумуса до 1,0 (40 т/га) – 1,7 т/га (80 т/га) обеспечило положительный его баланс (+ 0,57 - + 1,24 т/га). На контроле и на минеральном фоне без ТНК отмечен дефицит гумуса 0,11 и 0,14 т/га. Интенсивность баланса (ИБ) составила 65 и 69 %.

Наибольшее количество органического вещества в почве составляли многолетние травы. Положительный баланс гумуса получен по всем вариантам опыта, в том числе и на контроле (+ 0,08 - + 1,78 т/га). Органо-минеральная система удобрений способствовала получению наибольшей урожайности многолетних трав (5,8 и 6,1 т сухой массы на 1 га), поступление растительных остатков в почву возросло до 4,2 и 4,7 т/га (на контроле – 2,4 т/га).

Среднегодовой баланс гумуса за ротацию севооборота показал, что последействие торфонавозного компоста обеспечило положительный его баланс. Наибольшему накоплению гумуса способствовала доза 80 т/га. Интенсивность баланса составила 242 и 261 %. При внесении ТНК в дозе 40 т/га поступление гумуса превысило его минерализацию лишь на 0,5 т/га. На контроле и на минеральном фоне без ТНК дефицит гумуса составил 0,5 т/га (ИБ - 35 и 41 %).

Микробиологическую активность почвы, как показатель плодородия почвы, определяли по степени разложения хлопчатобумажной ткани. Время экспозиции – 50 – 53 дня. Исследования показали, что внесение органических удобрений создавало наилучшие условия для жизнедеятельности целлюлозоразлагающих микроорганизмов в почве. Наибольшая микробиологическая активность почвы отмечена на фоне органо-минеральной системы удобрений. Степень разложения х/б ткани в среднем за год ротации севооборота составила 43 и 50 % (на контроле - 24 %). На фоне действия ТНК и NPK в отдельности микробиологическая активность была на уровне 24 – 39 %.

Таким образом, ведение севооборота с долей участия многолетних трав не менее 33 %, применение органических и минеральных удобрений способствует накоплению органического вещества в почве, обеспечивает положительный баланс гумуса и повышает урожайность сельскохозяйственных культур.

СИДЕРАЛЬНЫЙ ПАР И СОЛОМА, КАК ВАЖНЕЙШИЕ ПРИЁМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ И БИОРЕСУРСОВ

Л.Н. Вислобокова, Ю.П. Скорочкин, З.Я. Брюхова

ГНУ Тамбовский НИИСХ Россельхозакадемии, г. Тамбов, tniish@mail.ru

Резкое сокращение применения органических удобрений в сельскохозяйственном производстве сопровождается снижением плодородия и ухудшением биологических свойств почвы. Восполнение органического вещества в почве возможно за счет использования биологических средств и приемов. Среди них наиболее простыми в применении и малозатратными являются сидеральные пары и солома зерновых культур.

Эффективность использования этих приемов с целью повышения почвенного плодородия и обеспечения высокой урожайности культур звена свекловичного севооборота изучалась в 2001-2004 годах в стационарном опыте Тамбовского НИИСХ на черноземе типичном.

Почва опытного участка характеризуется следующими агрохимическими показателями: содержание гумуса в пахотном слое (0-30 см) составляет 6,5-7,4 %, общего азота – 0,36 %, фосфора – 0,21 %, калия – 2,35 % от веса почвы, нитратного азота (NO3) – 2,5-4,3 мг, подвижного фосфора (P2O5) – 12-15 мг и обменного калия (K2O) – 30-35 мг на 100 г абсолютно сухой почвы, pH солевой вытяжки – 6,4-6,5, гидролитическая кислотность – 2,4-2,5 мг-экв. на 100 г почвы.

Метеорологические условия за годы проведения исследований были различными. Количество осадков за вегетационный период колебалось от 199,8 до 438,1 мм с амплитудой отклонения от среднемноголетних показателей от –30,9 до +51,6 %. Среднесуточная температура воздуха за вегетацию изменялась от 14,6 до 16,3 ^{o}C с отклонением от среднемноголетней от –2,0 до +9,4 %.

В целом погодные условия позволили объективно оценить эффективность изучаемых приемов повышения плодородия почвы и урожайности озимой пшеницы и сахарной свеклы в опыте.

В качестве схемы опыта было взято звено свекловичного севооборота: чистый пар – озимая пшеница – сахарная свекла. Варианты различались между собой разными видами пара, как предшественника озимой пшеницы:

1) чистый пар без удобрений, контроль;
2) чистый пар с 30 т/га навоза + солома озимой пшеницы;
3) чистый пар с 60 т/га навоза;
4) сидеральный (горчичный) пар;
5) сидеральный (горчичный) пар + N30P30K30

Сидерация пара проводилась с использованием посева горчицы белой. В пятом варианте после скашивания с измельчением (комбайном Е-280) горчицы белой, вносилось полное минеральное удобрение в дозе по 30 кг/га действующего вещества каждого элемента. Во втором варианте при уборке озимой пшеницы проводилось измельчение соломы с последующим лущением и запашкой под сахарную свеклу.

Результаты исследований

Семена горчицы белой прорастают при температуре почвы +1, +20С, а всходы ее переносят заморозки до –3-40С. Поэтому в опыте высевали ее рано весной, 12-го...21-го апреля (в разные годы исследований), как только можно проводить механизированные работы на почве.

Уборка сидерата (скашивание и запашка) проводилась в период массового цветения растений – 13-го...20-го июня. До посева озимой пшеницы по сидеральному пару оставалось 70-75 дней. Этого периода было достаточно для подготовки поля к посеву и накопления влаги в почве за счет летних осадков.

Горчица белая в качестве сидеральной культуры обеспечила высокий урожай биомассы – в среднем 30,2 т/га вместе с корневыми остатками или 7,3 т/га сухого органического вещества. При запашке биомассы в почву поступило 120 кг азота, 47 кг фосфора и 178 кг калия в действующем веществе на гектар.

С измельченной и запаханной соломой озимой пшеницы поступление питательных веществ в почву под сахарную свеклу составило 33 кг азота, 8 кг фосфора и 45 кг калия действующего вещества на гектар.

Исследования показали, что запасы доступной влаги в почве сидеральных паров перед посевом озимых были ниже, чем по чистым парам, в среднем на 3,5-4,2 мм (6,1-7,6 %) в пахотном слое и на 15,2-18,0 мм (8,1-9,6 %) в метровом слое почвы. Но это различие в содержании доступной влаги не оказало отрицательного влияния на получение нормальных всходов озимой пшеницы по сидеральному пару и их полноценного развития в осенний период. Количество растений по чистому и сидеральному парам перед уходом в зиму составляло в среднем, соответственно – 393,5 и 390,2 шт./м^2, кустистость – 2,82 и 2,90 стеблей на растение, высота растений – 18,1 и 18,0 см, вес одного растения – 0,72 и 0,70 г. При возобновлении весенней вегетации запасы влаги в почве на вариантах чистых удобренных и сидеральных паров выравнивались за счет зимне-весенних осадков.

За период вегетации сахарной свеклы наибольший запас доступной влаги в почве был на варианте чистого пара с 30 т/га навоза плюс солома: перед посевом – 59,1 мм (в слое 0-30 см), 199,3 мм (в слое 0-100 см) и 315,5 мм (в слое 0-150 см), при смыкании рядков, соответственно – 52,0, 181,0 и 286,9 мм, перед уборкой – 30,4, 90,0 и 149,6 мм. Варианты с сиде-

ральным паром по влажности почвы занимали второе место, уступая варианту чистого пара с 30 т/га навоза плюс солома от 0,4 до 11,2 % в разные сроки определения. Влажность почвы на варианте чистого пара с 60 т/га навоза была наименьшей и уступала варианту чистого пара с 30 т/га навоза плюс солома от 5,0 до 8,0 % перед посевом, от 8,6 до 12,1 % в период смыкания рядков и от 8,0 до 15,1 % перед уборкой.

Лучшая обеспеченность растений озимой пшеницы элементами минерального питания за вегетацию наблюдалась на варианте чистого пара с 60 т/га навоза. На втором месте по содержанию аммиачного азота (при возобновлении вегетации), нитратного азота, подвижного фосфора и обменного калия в почве был вариант чистого пара с 30 т/га навоза, а по содержанию аммиачного азота перед посевом – вариант сидерального пара с NPK. Содержание питательных веществ в почве на вариантах сидеральных паров, за исключением аммиачного азота перед посевом, было ниже, чем на варианте чистого пара с 30 т/га навоза. Вариант сидерального пара с NPK превышал вариант сидерального пара без минеральных удобрений по содержанию аммиачного азота от 0,6 до 28,1 %, нитратного азота от 2,4 до 19,5 %, подвижного фосфора – от 2,1 до 22,5 % и обменного калия – от 0,4 до 5,3 % в разных слоях почвы.

В период вегетации сахарной свеклы не наблюдалось четкой зависимости в содержании питательных веществ в почве от видов пара в звене севооборота. Так, по содержанию минерального азота и подвижного фосфора перед посевом преимущество было на варианте чистого пара с 60 т/га навоза, при смыкании рядков – на варианте чистого пара с 30 т/га навоза плюс солома, перед уборкой – на варианте сидерального пара с NPK. По содержанию обменного калия в почве перед посевом варианты чистых удобренных паров различались между собой незначительно (до 3,1 %) и превышали варианты сидеральных паров от 1,9 до 7,6 %, а перед уборкой варианты чистых удобренных и сидеральных паров выравнивались.

Запасы доступной влаги и питательных веществ в почве, при использовании различных приемов повышения плодородия, и погодные условия во время проведения исследований, оказали определенное влияние на урожайность культур в севооборотных звеньях.

В среднем за четыре года урожайность озимой пшеницы на вариантах опыта изменялась от 32,5 ц/га на контроле до 37,1 на варианте сидерального пара с применением N30P30K30, а сахарной свеклы, соответственно, от 33,2 до 36,5 т/га (таблица).

На всех вариантах с применением удобрений получен урожай, достоверно выше контроля, зерна озимой пшеницы от 2,2 до 4,6 ц/га, корнеплодов сахарной свеклы – от 2,6 до 3,3 т/га. Наибольшую прибавку в урожае зерна озимой пшеницы (4,6 ц/га или 14,2 % к контролю) и корнеплодов сахарной свеклы (3,3 т/га или 9,9 % к контролю) обеспечил вариант

сидерального пара с применением N30P30K30 кг действующего вещества на гектар.

Таблица. **Урожайность и качество продукции озимой пшеницы и сахарной свеклы в различных звеньях севооборота (2001-2004 гг.)**

Варианты опыта	Урожайность озимой пшеницы		Качество зерна озимой пшеницы				Урожайность сахарной свеклы		Выход сахара, т/га
	т/га	к контролю	Масса 1000 зерен, г	Натура, г/л	Клейковина, %	Белок, %	т/га	к контролю	
Чистый пар без удобрений, контроль	32,5	100,0	38,6	772,4	26,6	12,83	33,2	100,0	5,2
Чистый пар + 30 т/га навоза + солома*	35,2	108,3	38,6	760,1	28,6	13,48	36,2	109,0	6,0
Чистый пар + 60 т/га навоза	34,7	106,8	39,4	769,6	26,4	14,25	36,1	108,7	5,7
Сидеральный (горчичный) пар	35,4	108,9	38,9	772,8	28,0	14,62	35,8	107,8	5,6
Сидеральный (горчичный) пар + N30P30K30	37,1	114,2	39,3	766,3	26,1	14,13	36,5	109,9	5,7
НСР05	1,72		1,26	21,15	2,48	1,33	1,46		0,44

* Примечание: солома под сахарную свеклу.

На вариантах чистого пара с 30 т/га навоза и сидерального пара (без применения удобрений) получен практически одинаковый урожай зерна озимой пшеницы (35,2 и 35,4 ц/га). А на варианте чистого пара с 60 т/га навоза урожай озимой пшеницы был ниже других вариантов с удобрениями (от 1,4 до 6,5 %) в связи с полеганием растений во влажные годы.

Одинаковый урожай корнеплодов сахарной свеклы получен на вариантах чистого пара с 60 т/га навоза и 30 т/га навоза плюс солома (36,1 и 36,2 т/га). Это можно объяснить повышенной влажностью почвы за весь период вегетации на варианте чистого пара с 30 т/га навоза плюс солома, по сравнению с вариантом чистого пара с 60 т/га навоза, и более полным использованием питательных веществ удобрений.

Физиологические свойства зерна озимой пшеницы не имели существенных различий в зависимости от вида пара. Масса 1000 зерен и натура зерна изменялись по вариантам в пределах 1,7-2,1 %. Наибольшее

содержание сырой клейковины в зерне было на вариантах чистого пара с 30 т/га навоза (28,6 %) и сидерального пара (28,0 %), белка – на варианте сидерального пара (14,62 %).

Повышенное качество корнеплодов сахарной свеклы получено на варианте чистого пара с 30 т/га навоза плюс солома: сахаристость – 18,0 %, доброкачественность сока – 92,8 %, выход белого сахара – 6,0 т/га.

Использование в свекловичном севообороте сидерального пара с применением N30P30K30 положительно повлияло на изменение содержания гумуса в почве (+0,060 % за год), а сидерального пара без дополнительно удобрения – снижало содержание гумуса в почве (-0,035 % за год). Применение соломы озимой пшеницы на фоне 30 т/га навоза восстанавливает и сохраняет количество гумуса в почве.

Экономическая оценка эффективности применения различных видов пара в свекловичном севообороте показала наибольшую окупаемость затрат (121 %) при положительном балансе гумуса в почве в звене с сидеральным паром с внесением по 30 кг/га действующего вещества NPK. Это же звено оказалось самым эффективным и при биоэнергетической оценке изучаемых звеньев свекловичного севооборота.

Таким образом, в условиях Тамбовской области установлена эффективность звена свекловичного севооборота с применением сидерального (горчичного) пара при дополнительном внесении минеральных удобрений в дозе N30P30K30 кг действующего вещества на гектар. Это звено обеспечило рост почвенного плодородия, получение наибольшей урожайности озимой пшеницы и сахарной свеклы с высоким качеством продукции, повышенную экономическую и биоэнергетическую эффективность.

Запашка соломы озимой пшеницы в звене свекловичного севооборота оказала положительное влияние на накопление влаги в почве, повышение сахаристости корнеплодов свеклы и выход сахара.

СОЛОМА - ВАЖНЕЙШИЙ ПРИЁМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ

Л.Н. Вислобокова, Ю.П. Скорочкин, З.Я. Брюхова
ГНУ Тамбовский НИИСХ Россельхозакадемии, г. Тамбов,
tniish@mail.ru

За последние годы в сельскохозяйственном производстве повсеместно резко сократилось применение органических удобрений в связи с недостаточным объемом их заготовок и высокой энергозатратностью.

Одним из наиболее доступных, малозатратных и постоянно возобновляемых источников органических удобрений может быть солома зерновых культур. По данным научных исследований, при урожае зерна

озимой пшеницы в 30 ц/га с запаханной соломой в почву возвращается 30-35 кг азота, 6-8 кг фосфора и 60-70 кг калия в действующем веществе на гектар. Кроме того, в соломе содержится некоторое количество серы, кальция, магния и различных микроэлементов. Систематическое внесение соломы увеличивает содержание гумуса в почве, улучшает ее агрофизические свойства, положительно влияет на урожайность сельскохозяйственных культур.

Многолетние исследования, проведенные в опытах Тамбовского научно-исследовательского института сельского хозяйства, показали, что солома озимых культур, как органическое удобрение, не уступает по своей эффективности внесению 20 т/га навоза в зернопаровом севообороте (табл.1).

При использовании на удобрение измельченной соломы озимых культур (в 2-х полях) и внесении в чистый пар 20 т/га навоза получена практически одинаковая урожайность зерновых культур в зернопаровом севообороте (29,9 и 30,2 ц/га). По выходу продукции с одного гектара севооборотной площади эти варианты также оказались равноценными, разница между ними по выходу зерна и зерновых единиц не превышала 1,6 %.

Таблица 1. **Продуктивность зернопарового севооборота, ц/га (в среднем за 1993-2003 гг.)**

Варианты	Урожайность						Средний урожай зерновых	Выход продукции с 1 га пашни	
	озимая рожь	ячмень	ячмень	вико-овес (сено)	озимая пшеница	ячмень		зерно	З зерновых единиц
Чистый пар без удобрений	32,0	22,0	17,2	42,6	28,2	19,0	23,7	16,9	19,4
Чистый пар + солома озимых	37,4	29,5	23,9	49,4	30,9	27,8	29,9	21,4	24,2
Чистый пар + 20 т/га навоза	38,6	29,9	24,6	50,4	31,1	27,0	30,2	21,6	24,6

В севообороте с чистым паром без внесения удобрений урожайность зерновых культур на 20,7-21,5 %, а выход продукции с 1 га пашни – на 19,8-21,5 % были ниже, чем на вариантах с удобрением.

Эффективность использования соломы озимой пшеницы изучалась в отделе земледелия ГНУ Тамбовский НИИСХ и в свекловичном се-

вообороте в звене с чистым паром при внесении 30 т/га навоза. С измельченной и запаханной соломой было внесено под сахарную свеклу 33 кг азота, 8 кг фосфора и 45 кг калия в действующем веществе на гектар.

Исследования показали, что запашка соломы озимой пшеницы под свеклу способствовала большему накоплению доступной влаги в почве. Так, за вегетацию сахарной свеклы запас доступной влаги в разных слоях почвы на варианте чистого пара с 30 т/га навоза плюс солома был выше, чем на варианте чистого пара с 60 т/га навоза, от 5,2 до 8,6 % перед посевом, от 9,4 до 13,8 % в период смыкания рядков и от 8,7 до 17,8 % перед уборкой (табл. 2).

В результате накопления большего запаса доступной влаги в почве и более полного использования питательных веществ, на варианте чистого пара с 30 т/га навоза плюс солома получена такая же урожайность корнеплодов сахарной свеклы, как и на варианте чистого пара с 60 т/га навоза (36,2 и 36,1 т/га). Достоверная прибавка к контролю составила 3,0 и 2,9 т/га.

Таблица 2. **Запасы доступной влаги в почве под сахарной свеклой, мм (2001-2004 гг.)**

Варианты	Слой почвы, см	Перед посевом	При смыкании рядков	Перед уборкой
Чистый пар, без удобрений	0-30	52,5	49,3	23,2
	0-100	182,7	174,2	77,4
	0-150	297,6	277,0	138,0
Чистый пар + 30 т/га навоза + солома	0-30	59,1	52,0	30,4
	0-100	199,3	181,0	90,0
	0-150	315,5	296,9	149,6
Чистый пар + 60 т/га навоза	0-30	54,4	45,7	25,8
	0-100	184,6	165,5	76,6
	0-150	299,8	262,0	137,6

Более высокое качество корнеплодов сахарной свеклы было на варианте чистого пара с 30 т/га навоза плюс солома: сахаристость – на 0,9 %, доброкачественность сока – на 1,3 %, выход белого сахара – на 5,3 % выше, чем на варианте чистого пара с 60 т/га навоза.

Использование соломы на удобрение оказало положительное влияние на содержание гумуса в почве. В первую ротацию севооборота (1986-1992 гг.) при внесении 30 т/га навоза без применения соломы наблюдалось

активное снижение гумуса в пахотном слое почвы – с 6,90 до 6,37 %. При запашке соломы озимой пшеницы на этом варианте содержание гумуса в почве увеличивалось и после третьей ротации (в 2004 году) восстановилось до первоначального уровня.

Окупаемость затрат на возделывание сахарной свеклы в звене с чистым паром с 30 т/га навоза плюс солома была на 37 % выше по сравнению с вариантом чистого пара с 60 т/га навоза. Коэффициент энергетической эффективности звена севооборота с чистым паром при внесении 30 т/га навоза плюс солома озимой пшеницы был равен 5,58, а на варианте с 60 т/га навоза – на 33,5 % ниже.

Проведенные исследования дают основание считать солому зерновых культур наиболее доступным и менее затратным органическим удобрением, которое положительно влияет на накопление влаги в почве, повышает качество корнеплодов сахарной свеклы, восстанавливает и сохраняет почвенное плодородие в свекловичном севообороте.

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ СИСТЕМ УДОБРЕНИЙ НА АГРОХИМИЧЕСКИЕ И ФИЗИЧЕКИЕ СВОЙСТВА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ И ПРОДУКТИВНОСТЬ СЕВООБОРОТА

Т.И. Володина, А.И. Макарова, А.О. Рыбаков
ВГБОУ ВПО «Великолукская ГСХА», г. Великие Луки,
toma230547@yandex.ru

Дерново-подзолистые почвы Северо-Запада России в связи с условиями их формирования имеют низкое естественное плодородие. Основными источниками пополнения запасов гумуса и питательных элементов в агроценозе являются: растительные остатки сельскохозяйственных культур, многолетние травы и внесение органических и минеральных удобрений [Лыков, 2004].

Органическое вещество способствует повышению водоудерживающей способности почвы. При этом в гумусированных почвах вода связана менее прочно, чем в малогумусированных, и поэтому более доступна растениям. Вследствие повышения влагоемкости, улучшение агрегатного состава, благодаря органическому веществу, улучшаются водно-физические и агрохимические свойства почвы [Кирюшин, 2000].

Органическая масса послеуборочных растительных остатков является и основным субстратом для гумусообразования в почве. В результате гумификации растительных остатков, органических удобрений и под непосредственным действием корневой системы сельскохозяйственных растений, в пахотных почвах формируется агрономически ценная комко-

ватая структура и благоприятный водно-воздушный режим [Ганжара Н.Ф., 2001].

Считается, что фосфатный уровень почв является характерным признаком их плодородия, а его увеличение – показателем роста их окультуренности [Сдобникова,1985; Шамрай, 1983; Дышко, 2008]. Для оценки фосфатного состояния почвы наиболее широко применяют два показателя: запас подвижного фосфора – фактор емкости и степень подвижности фосфора – фактор интенсивности [Ефимов В.Н., 2001]. Данные процессы тесно взаимосвязаны: увеличение запасов подвижного фосфора в почве сопровождается повышением степени его подвижности [Мерзлая Г.Е., 2006].

Непосредственным источником фосфорного питания растений служат фосфат-ионы, находящиеся в почвенном растворе, поэтому концентрация фосфора в почвенном растворе – наиболее важный показатель оценки обеспеченности растений фосфором, особенно в начальные стадии их роста и развития [Кидин В, 2008].

По современным научным представлениям, содержание подвижных фосфатов в дерново-подзолистых почвах пашни желательно поддерживать на уровне 200-300 мг в 1 кг [Иванов И.]. Органические удобрения в силу не одинакового содержания в них фосфора, по-разному влияют на содержание этого элемента в почве. Однако они непосредственно влияют на физико-химические и микробиологические свойства почвы, такие как связность, структурность, кислотно-основные свойства и буферность почв, а опосредственно и на увеличение содержание подвижных форм фосфора через изменение указанных показателей.

В настоящее время одним из возможных резервов повышения плодородия почв и их окультуренности выступают органические удобрения. Так же стоит отметить и положительную роль органических удобрений и в мобилизации имеющихся резервов фосфора в почве за счет улучшения условий существования эндомикоризных грибов – везикулярно-арбускулярной микоризы. Эндомикоризные грибы улучшают снабжение растений не только фосфором, но и калием, микроэлементами, а в ряде случаев и азотом [Адрианов С.Н.].

Многочисленными исследованиями различных ученых доказана высокая эффективности навоза и его положительная роль в повышении уровня плодородия почв. А вот изучение его в сравнении с другими видами органических удобрений (торф, осадки сточных вод и др.) проведено не так подробно. В связи с этим и возникла необходимость в исследовании действия минеральных удобрений, торфа и ОСВ и в оценке полученных результатов.

Методика исследований. Опыт заложен в учхозе «Удрайское» Великолукского района Псковской области на дерново-подзолистой легко-

суглинистой почве в трёхкратной повторности. Общая площадь делянки 42 м^2, учётная – 35 м^2.

Опыт заложен по следующей схеме:

1. Контроль - без удобрений.
2. N, P, K экв. 30 + 40 т/га навоза.
3. Навоз 30 + 40 т/га.
4. Торф экв. 30 + 40 т/га навоза.
5. ОСВ экв. 30 + 40 т/га навоза

В опыте используются следующие виды удобрений: минеральные - аммиачная селитра, суперфосфат двойной и хлористый калий; органические - навоз полуперепревший, торф низинный, осадки сточных вод (ОСВ) термической обработки, все удобрения вносились под основную обработку почвы в 2002 г. в паровом поле и 2006 году под картофель.

Агрохимические показатели почвы опытного участка перед закладкой следующие: pH-5,7,содержание гумуса 1,9 %, Гидролитическая кислотность 1,03, сумма Ca и Mg- 7,4, степень насыщенности основаниями 88 %, содержание подвижных форм фосфора и калия 254, 226 мг/кг соответственно. Анализ почвенных образцов проводился по общепринятым в агрохимии методам для зоны.

Обсуждение результатов. Полученные в полевом опыте на дерново-слабоподзолистой легкосуглинистой почве данные показали, что разные виды органических и минеральных систем удобрения оказывают различное влияние на содержание гумуса, подвижного фосфора, степени подвижности фосфатов, физические свойства и продуктивность севооборота.

Наибольшее воздействие на исследуемые показатели почвы оказал навоз (табл. 1). При его внесении содержание гумуса увеличилось на 0,2 % по сравнению с контролем. Коэффициент структурности на варианте с навозом составил 2,25, что на 33,9 % больше, чем на контроле. Такое улучшение связано со значительным оструктуривающим действием навоза и является наибольшим среди всех вариантов опыта. Увеличение водопрочности агрегатов в этом варианте составило 12,4%, что значительно больше, чем на остальных вариантах.

Неоднозначное влияние на физику почвы и её гумусированность оказал торф. Так, содержание гумуса возросло на 0,16% относительно контрольного варианта, а коэффициент структурности увеличился на 0,47, изменение водопрочности было незначительным и составило всего 1,8 %. Это свидетельствует о том, что, несмотря на способность торфа к существенному увеличению доли агрономически ценных агрегатов почвы, их сопротивляемость разрушающему действию воды остаётся неудовлетворительной.

Таблица 1. **Влияние различных органических и минеральных систем удобрения на содержание гумуса в почве и её физические свойства (слой 0-20 см)**

Вариант	$Pн_{сол.}$	Содержание гумуса, %	Коэффициент структурности	Водопрочность почвы, %	Содержание подвижного фосфора, мг/кг	Степень подвижности фосфора, мг/1дм^3
Контроль	5,46	1,85	1,4	49,0	175	0,36
NPK	5,62	2,06	1,9	52,1	242	0,49
Навоз	6,00	2,23	2,8	61,4	364	0,51
Торф	5,76	2,32	2,5	50,8	240	0,39
ОСВ	6,40	2,04	1,9	53,9	295	0,68

Снижение водно-физических показателей почвы под вариантами NPK и ОСВ происходит только по отношению к варианту с навозом, а по отношению к контролю эти показатели возрастают.

Исходные запасы подвижного фосфора в почве опытного участка соответствовали повышенной обеспеченности почвы этим элементом и находились в пределах 247-264 мг/кг.

Наибольшее снижение содержания подвижного фосфора в течение семи лет наблюдалось на контрольном варианте и составило 76 мг/кг. Как показали результаты анализа почвы, приведенные в рис.1, внесение минеральных удобрений в количествах, эквивалентных содержанию фосфора в навозе, способствовало повышению содержания подвижного фосфора в почве в пахотном слое на 61 мг/кг в 2003 году. Из органических систем удобрений наиболее существенное увеличение содержания подвижного P_2O_5 наблюдалось в вариантах с ОСВ и навозом. Что связано, прежде всего, с более высоким содержанием фосфора в самих удобрениях, а также переходом некоторой части неподвижных соединений в вариантах с навозом и ОСВ в подвижные за счет снижения кислотности почвы на этих вариантах, и увеличения микробиологической активности почвы.

Как видно из таблицы 2 степень подвижности фосфатов в 2003 в слое почвы 0-20 см во всех вариантах опыта была высокой (более 0,35 мг/дм^3 по Кидину В.В.). Однако произошло значительное увеличение степени подвижности в вариантах с NPK, навозом и ОСВ, связанное с высоким содержанием доступных фосфатов в этих удобрениях. Под действием навоза даже на третий год последействия степень подвижности фосфатов возрастала. Связано это, скорее всего с постепенной минерализацией органического вещества, а также с улучшением агрохимических и физических

свойств почвы, что позволило ранее недоступным формам фосфатов перейти в доступное состояние.

Рис. 1

Таблица 2. **Влияние различных систем удобрений на степень подвижности фосфора в дерново-подзолистой легкосуглинистой почве**

Слой почвы, см.	Варианты				
	Без удобрений	NPK (экв. 30+40 т навоза)	Навоз 30+40 т/га	Торф экв.30+40 т/га навоза	ОСВ экв.30+40 т/га навоза
2003 г. (действие)					
0 - 20	0,40	0,54	0,45	0,41	0,81
20 - 40	0,18	0,17	0,17	0,15	0,17
2005г. (действие)					
0 - 20	0,38	0,53	0,47	0,39	0,78
20 - 40	0,15	0,17	0,18	0,14	0,17
2008г. (3 год последействия)					
0 - 20	0,29	0,49	0,51	0,41	0,68
20 - 40	0,12	0,15	0,18	0,15	0,18

На контрольном варианте прослеживается тенденция снижения степени подвижности фосфатов, за 5 лет она снизилась на 0,11 мг/дм^3. Торф не оказал значительного влияния на степень подвижности фосфатов.

При сравнении эффективности различных видов органических удобрений основным критерием является продуктивность возделываемых культур.

Приведённые результаты учёта урожая (табл. 3) показали, что наибольший урожай озимой ржи получен в год прямого действия удобрений на варианте с минеральными удобрениями, внесёнными в эквивалентной дозе 30т/га и 40т/га навоза, прибавка составила 1,16т/га или 44% по отношению к контролю. По-видимому, внесение азотных удобрений и особенно весенняя подкормка способствовали более быстрому росту и развитию вегетативных и генеративных органов, что создало предпосылки для формирования высокого урожая зерна озимой ржи.

Результаты математической обработки результатов опыта показали, что практически все прибавки были достоверными, за исключением варианта с торфом. По-видимому, органическое вещество торфа было более трудноминерализуемым и не обеспечило необходимым запасом питательных элементов в почве для создания высокого урожая растений.

Анализируя усреднённые урожайные данные по 1-му году действия систем удобрений (2003, 2006 г.г.), можно сделать заключение о том, что наибольшая прибавка получена в год действия на варианте с ОСВ и минеральными удобрениями, внесённых в эквивалентных количествах 30 и 40 т/га навоза и составляет 17,1 и 15,2 ц/га з. ед. соответственно. Это объясняется тем, что питательные вещества в минеральных удобрениях и ОСВ находятся в более доступных соединениях, чем в других испытуемых удобрениях (табл. 3).

Таблица 3. **Сравнительная эффективность минеральных и органических удобрений (средние данные)**

Вариант	Прибавка ц/га зерновых единиц	
	Действие (2003, 2006 гг.)	Последействие (2004, 2005, 2007, 2008 гг.)
Контроль	-	-
N, P, K	15,2	8,8
Навоз	7,1	11,9
Торф	7,4	7,8
ОСВ	17,1	9,0

В годы последействия удобрений (2004, 2005, 2007, 2008) наибольшая прибавка получена на варианте с навозом и составила 11,9 ц/га з.ед.

В целом можно отметить, что при внесении органических удобрений, особенно ОСВ и навоза, запасы подвижного фосфора и степень подвижности фосфатов в почве соответствовали очень высокой обеспеченности, а значит, эти удобрения можно использовать для восполнения запа-

сов фосфора в дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах Северо-Запада России.

Выводы

1. При внесении органических удобрений, особенно ОСВ и навоза, запасы фосфора в почве соответствовали очень высокой обеспеченности, а значит, можно использовать эти удобрения для восполнения запасов фосфора в дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах Северо-Запада России.

2. Под действием навоза даже на третий год последействия степень подвижности фосфатов возрастала на 0,06 мг/дм^3. Связано это, скорее всего с постепенной минерализацией органического вещества, а также с улучшением агрохимических и физических свойств почвы, что позволило ранее недоступным формам фосфатов перейти в доступные формы.

3. В год внесения наибольшая продуктивность сельскохозяйственных культур проявляется на варианте с минеральными удобрениями внесенных в эквивалентных количествах 30 и 40 т/га навоза и составила 11,6 и 18,8 ц/га з.е., а также на варианте с ОСВ.

4. Органические удобрения имели преимущество в годы последействия удобрений, а в сумме за ротацию в вариантах с навозом и ОСВ были равноценными по отношению к минеральным удобрениям в год их действия. Урожайность на этих вариантах составила в сумме 50,4 и 67,5 ц/га з.е.

5. Внесение ОСВ рекомендуется в дозах эквивалентных 10 т/га навоза только после экологической экспертизы.

Литература

1. Лыков А.М. Органическое вещество пахотных почв Нечерноземья./ А.М. Лыков, А.И. Еськов, М.Н. Новиков.- М.: 2004.- С.-11.

2. Муравин А.Э. Агрохимия / А.Э. Муравин. - М: Колосс, 2004. – 212 с.

3. Минеев В.Г. Анализ почвы. В кн.: Практикум по агрохимии / В.Г. Минеев.- М.: МГУ, 2001. – 2-ое издание.- С.- 678-680.

4. Сдобникова О.В. Фосфорные удобрения и урожай. М.: Агропромиздат,1985.-11 с.

5. Дышко В.Н Оптимизация фосфатного состояния дерново-подзолистых почв в условиях Центрального Нечерноземья // Экологические функции агрохимии в современном земледелии. Мат-лы Всерос. Совещ. Геосети 27-28 февраля 2008. М.: 2008.- С 67-69.

6. Мерзлая Г.Е. Влияние органических и минеральных удобрений на продуктивность агроценозов многолетних трав / Г.Е. Мерзлая, В.В.

Вахрушева, И.В. Серебрякова, Л.И. Крешинская // Агрохимия.- 2006. -№7.- С. 33-40.

7. Иванов И.А. Научно-производственные основы системы удобрения в Нечерноземной зоне / И.А. Иванов. - В.-Луки: ВГСХА, 2002. - 216 с.

8. Адрианов С.Н. Формирование фосфатного режима дерново-подзолистых почв в разных системах удобрений / С.Н. Адрианов. - М: ВНИИА, 2004.-296 с.

СТРУКТУРА МЕТАГЕНОМНЫХ СЕТЕЙ, ОБРАЗОВАННЫХ ПОЧВЕННЫМ МИКРОБНЫМ СООБЩЕСТВОМ ПРИ ГУМИФИКАЦИИ ЛИГНИНСОДЕРЖАЩИХ РАСТИТЕЛЬНЫХ ОСТАТКОВ

Н.И. Воробьев, О.В. Свиридова, Е.Е. Андронов, О.В. Орлова, А.А. Попов

ГНУ ВНИИСХМ Россельхозакадемии, г. Санкт-Петербург,
vorobyov@arriam.spb.ru

В почве разложение лигнинсодержащих растительных остатков и синтез питательных веществ осуществляется комплексом тесно взаимодействующих микроорганизмов. Они выстраиваются в специальные метагеномные сети (МГС), реализуя заданную последовательность биохимических реакций для трансформации исходных полимерных молекул в гумусовые формы веществ. Регуляция биохимических процессов происходит путем межорганизменного сигналинга, который в нужной последовательности инициирует экспрессию определенных генов в индивидуальных геномах микробного сообщества. Таким образом, первичная информация о функциональной структуре МГС закодирована и сохраняется в метагеноме сообщества микроорганизмов.

Регулярно в конце вегетационного периода в почву поступают множество различных по генезису растительных остатков. Поэтому микробное сообщество должно образовывать различные МГС, преобразуя все субстраты в гумусовые и питательные формы веществ. В тех случаях, когда в почву поступает смесь субстратов, микробное сообщество должно формировать несколько МГС, функционирующих независимо и параллельно. Таким образом, количество МГС, с одной стороны, определяется разнообразием растительных остатков, а с другой – преобразовательными возможностями микробного сообщества.

В МГС последовательность биохимических реакций осуществляется под генетическим контролем со стороны метагенома микробного сообщества. Для этого в метагеноме хранятся и считываются генетические тексты-инструкции, формулирующие правила совместного функциониро-

вания микроорганизмов в каждой МГС. Руководствуясь этими инструкциями, микроорганизмы выделяют необходимые ферменты в нужном порядке и количестве, обеспечивая этим преобразование веществ с наименьшими энергетическими затратами и в нужные конечные формы веществ.

Для исследования процессов формирования и функционирования МГС в почве нами была использована информация о частотах встречаемости (p_i = 0,1…100%) культивируемых и некультивируемых микроорганизмов в четырех образцах почв (рис. 1). Профили частот встречаемости микроорганизмов были получены путем выделения ДНК-РНК из почвенных образцов и последующего сиквенса полученного генетического материала. По результатам сиквенса была определена таксономическая информация и частоты встречаемости бактерий.

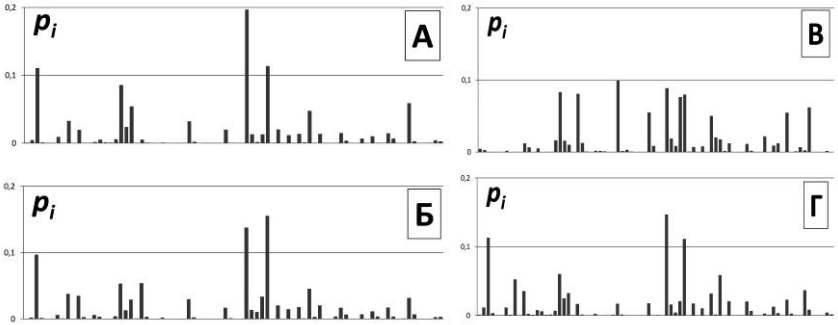


Рис. 1. **Метагеномные профили частот встречаемости бактерий в 4-х микробных сообществах. А – в исходном образце почвы. Б – в почве с соломой пшеницы. В – в биопрепарате Баркон. Г – в почве с соломой пшеницы, инокулированной Барконом. p_i – частота встречаемости *i*-ой бактерии**

Структура и число МГС в микробном сообществе определялись путем анализа профилей частот встречаемости микроорганизмов в почвенных образцах (рис. 1). Основой проведенного анализа явилась фрактальная математическая модель деструкции полимерных молекул. Эта модель определяет схему пошаговой деструкции, изображенной на рис. 2. На нем представлены три шага деструкции органических молекул. Предполагается, что на каждом шаге происходит удвоение числа фрагментов исходной молекулы и одновременно к деструкции подключаются новая группа микроорганизмов, численностью, равной числу подвергающихся деструкции фрагментов. Это означает, что, в модели МГС частоты встречаемости микроорганизмов должны соотноситься по степенному закону – 2^0:2^1:2^2: ... Кроме этого, мы предполагаем, что микроорганизмы первого шага де-

струкции (минорные группы микроорганизмов МГС) начинают деструкцию, и от их производительности зависит производительность всей МГС. Мы полагаем, что от минорных микроорганизмов также зависит требуемая композиция МГС и своевременный запуск всей цепи биохимических преобразований. Остальные группы микроорганизмов МГС определяют свойства конечного продукта преобразования веществ. Таким образом, в МГС частоты встречаемости соотносятся по степенному закону, а таксономический состав МГС определяет характер биохимических преобразований исходных полимерных молекул.

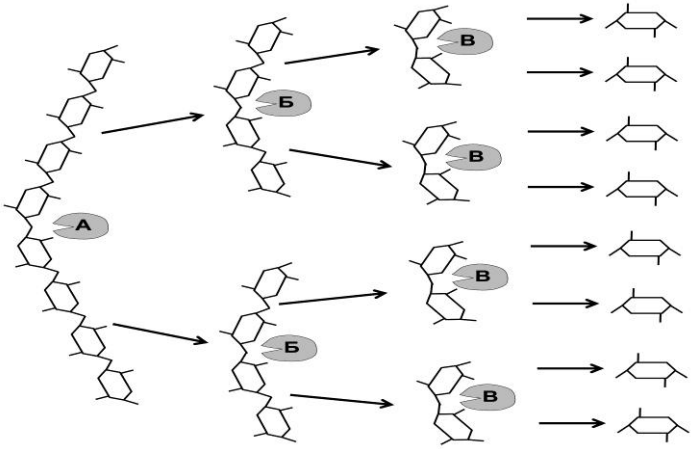


Рис. 2. **Фрактальная математическая модель деструктивной МГС. Соотношение численностей микроорганизмов в МГС определяется степенями числа 2, то есть $N_А:N_Б:N_В= 2^0:2^1:2^2$. $N_А$ – число А-клеток, $N_Б$ – число Б-клеток, $N_В$ – число В-клеток микробов-деструкторов**

Учитывая характер соотношения частот встречаемости микроорганизмов в модели МГС, для выявления этих сетей достаточно построить метагеномные портреты микробных сообществ (рис. 3). По оси ординат метагеномного портрета откладывались значения логарифма от частот встречаемости микроорганизмов $log_2(p_J)$, а по оси абсцисс – дробная часть этого логарифма. На рис. 3 микроорганизмы, входящие в МГС, отмечены прямыми линиями, исходящие из минорных микроорганизмов (обладающих наименьшей частотой встречаемости). Остальные микроорганизмы МГС касаются этих линий или располагаются в непосредственной близости от этих линий. Согласно фрактальной модели (рис. 2) линии на метагеномном портрете микробного сообщества должны располагаться вертикально. Однако, некоторые из них отклоняются от вертикали. Это означает, что умножение числа фрагментов на каждом шаге деструкции в МГС

может быть в большее, чем 2, число раз.

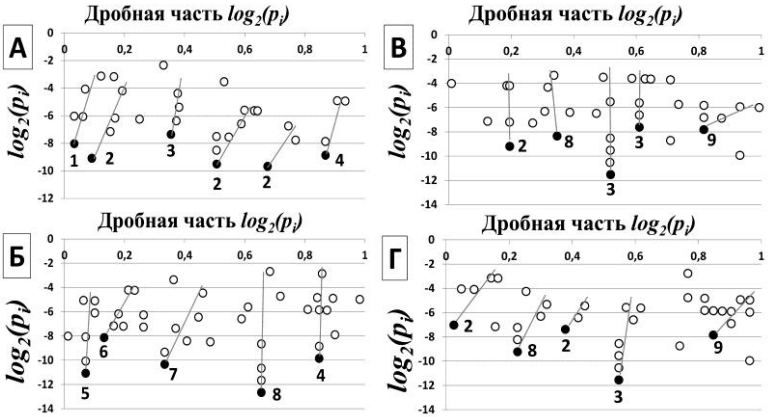


Рис. 3. **Метагеномные портреты микробных сообществ. А, Б, В. Г – то же, что и на рис. 1. p_i – частота встречаемости *i*-того микроорганизма. Линии объединяют микроорганизмы, образующие МГС. Минорные группы микроорганизмов (черные кружки) в метагеномных сетях имеют следующее таксономическое положение: 1 – Deltaproteobacteria; 2 – Acidobacteria; 3 – Actinobacteria; 4 – Cyanobacteria; 5 – Enterobacteriales; 6 – Lactobacillales; 7 – Burkholderiales; 8 – Pseudomonadales; 9 – Archaea**

Число ГМС, образованных микробным сообществом, демонстрирует потенциальные генетические возможности сообщества. Чем большее число МГС способно образовать микробное сообщество, тем больше параллельных преобразований могут они осуществлять. Этот показатель является своеобразной характеристикой максимальной деструктивной производительности микробного сообщества.

При разработке микробиологического препарата Баркон нам удалось выделить из подстилки хвойного леса микробное сообщество, которое образует 5 МГС (рис. 3В). Было определено таксономическое положение минорных микроорганизмов в этих сетях: 2 – Acidobacteria; 3 – Actinobacteria; 8 – Pseudomonadales; 9 – Archaea. Эти микроорганизмы в последующем составили основу биопрепарата, так как предполагается, что они являются инициаторами преобразований веществ и организующим началом для остальных микроорганизмов МГС.

В опыте с инокулированной Барконом соломы (рис. 3Г) метагеномный портрет микробного сообщества демонстрирует сохранение биопрепаратной структуры МГС с тем же набором минорных микроорганиз-

мов. Это означает, что микробное сообщество биопрепарата Баркон не меняет своей функциональной структуры и продолжает функционировать по той же схеме и в почвенных условиях, вовлекая в процессы деструкции аборигенную микрофлору и отбирая наиболее производительные группы микроорганизмов. Запахивание соломы без предварительной инокуляции биопрепаратом также приводит к образованию нескольких МГС (рис. 3Б). Однако в этом случае МГС формируются хаотически и непредсказуемо, в зависимости от локальных почвенных условий. В конечном счете, это приводит к неконтролируемой полной минерализации органических субстратов.

Таким образом, использование биопрепаратов позволяет формировать в почвенном микробном сообществе эффективные метагеномные сети с нужным вектором и продуктом преобразования растительных остатков, возвращая в почвенную экосистему ценные органические ресурсы.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ БИОРЕСУРСОВ В СЕВООБОРОТЕ

А.Г. Дзюин, Г.П. Дзюин
ГНУ Удмуртский НИИСХ Россельхозакадемии, г. Ижевск,
ugniish@yandex.ru

Широко известным органическим удобрением является зелёная масса растений – сидерат [4,7]. Сидераты – менее затратные и экологически безопасные удобрения [3]. Особенно ценными для заделки в почву считаются бобовые культуры [8]. Существенное влияние на почвенное плодородие оказывает и солома зерновых культур. Установлено, что широкое отношение углерода к азоту (90:1) сдерживает процесс минерализации соломы. Без дополнительного внесения азота она медленно разлагается. При совместном внесении сидерата и соломы обеспечивается нормальные условия минерализации органического вещества [1].

Солома, как и все другие органические вещества, в почве подвергается процессу гумификации, оказывает влияние на содержание элементов питания в почве, например, обменного калия [2, 6].

Воспроизводство плодородия почв – задача первостепенной важности в земледелии. Его решение возможно путём внедрения биоресурсов в севооборотах, рациональных систем обработки почвы и удобрений.

Цель работы – изучить эффективность биоресурсов в севообороте с целью разработки приёмов оптимизации почвенного плодородия и рекомендаций по повышению урожайности культур севооборота.

Методика исследований. В опыте изучали 3 фактора. Фактор А – виды пара: 1 – пар чёрный, 3 – пар сидеральный (вико-овес), 5 – пар сидеральный (вико-овес, озимая рожь), 6 – пар сидеральный (клевер 1 г.п.).

Чередование культур. В севооборотах 1 и 3: пар сидеральный (вико-овёс) – озимая рожь – ячмень + клевер – клевер 1 г.п. – клевер 2 г. п. – озимая рожь – ячмень – овёс. В севообороте 5: пар сидеральный (вико-овёс) – озимая рожь – ячмень – яровая пшеница + клевер – клевер 1 г.п. – озимая рожь – ячмень и пожнивно озимая рожь на сидерат – овёс. В севообороте 6: пар сидеральный (клевер 1 г. п.) – озимая рожь – ячмень – яровая пшеница + клевер – клевер 1 г.п. – озимая рожь – ячмень – овёс.

Фактор В – органические удобрения: 1 – без органических удобрений, 2 – навоз – 40 т/га (5 т/га севооборотной площади).

Фактор С – минеральные удобрения, солома: 1 – без минеральных удобрений и соломы, 3 – N_2 P K ($N_{75}P_{40}K_{60}$ под озимую рожь, $N_{60}P_{40}K_{40}$ под ячмень, $N_{60}P_{60}K_{60}$ под пшеницу); под клевер удобрения не вносили, 6 – N_2РК + солома. Почва - дерново-среднеподзолистая среднесуглинистая со следующей характеристикой пахотного слоя: pH – 5,7, Hг – 2,24, S – 20,1 ммоль/100 г, P_2O_5 и K_2O по Кирсанову – 200 и 116 мг/кг, гумус – 2,3 %.

Результаты исследований. Культуры, выращиваемые в севооборотах, по-разному реагировали на внесение сидератов. Выявлена их зависимость от технологической конструкции отдельных севооборотов. Урожайность зерновых культур – озимой ржи, ячменя, овса достоверно возрастала по сравнению её показателями в чёрном пару. Более наглядно это просматривается в севообороте с одним годом пользования клевера на безнавозном фоне. Так, в севообороте 5 с викоовсяным сидеральным паром прибавки урожайности составили: озимой ржи – 0,11, ячменя с подсевом клевера – 0,42, озимой ржи – 0,31, ячменя – 0,24 т з.е./га. Овёс – последняя культура в севообороте уже не реагировала на внесение сидерата. Значения $НСР_{05}$ – 0,04; 0,04; 0,12; 0,09 т з.е./га соответственно. Средняя прибавка по этим культурам составила 0,22 т з.е./га. Прибавки в севообороте с клеверным сидеральным паром: озимой ржи – 0,19, ячменя с подсевом клевера – 0,52, озимой ржи – 0,15, ячменя – 0,51, овса – 0,20 т з.е./га при тех же величинах $НСР_{05}$. Средняя прибавка – 0,31 т з.е./га.

В севообороте 3 с двумя годами пользования клевера викоовсяный сидеральный пар обеспечил получение достоверных прибавок урожая только озимой ржи (первой культуры в севообороте) – 0,12 т з.е./га и овса (последней культуры) – 0,25 т з.е./га. Возможно, повлиял биологический азот, накопившийся в контрольном варианте от сидерации и далее заделки растительных остатков 2-летнего клевера.

Сидеральные пары не оказали положительного влияния на урожайность клевера 1, 2 г.п. и яровой пшеницы. В ряде случаев отмечалось снижение урожайности, что объясняется наличием доступного биологиче-

ского азота под этими культурами, накопившимся в результате азотфиксирующей деятельности клевера.

На фоне навоза обеспеченность элементами питания, в том числе азотом, была выше. Поэтому выращиваемые культуры в севообороте 3 с сидеральным паром и двумя годами пользования клевера не реагировали на внесение сидерата. В севообороте 5 с одним годом пользования клевера сидеральный викоовсяный пар увеличил урожайность первых двух культур – озимой ржи и ячменя на 0,08 и 0,26 т з.е./га. Существенные прибавки на фоне навоза получены в севообороте 6 с клеверным сидеральным паром: озимой ржи – 0,11, ячменя – 0,47, озимой ржи – 0,23, ячменя – 0,29 т з.е./га. Не было прибавки на овсе – 0,01 т/га. Средняя прибавка составила 0,22 т з.е./га. В целом, навоз по всем культурам, кроме клевера 2 г.п. и яровой пшеницы, обеспечил получение достоверных прибавок урожая.

Таким образом, сидеральные пары повышали урожайность зерновых культур – озимой ржи, ячменя и овса в севообороте. Наиболее значимое увеличение урожайности произошло по ячменю, идущей 2-й и 6-й культурой в севооборотах, на 8,5-17,0 % и 14,5-30,9 % соответственно. Урожайность озимой ржи (1-й и 5-й культуры) и овса (последней культуры) повышалась незначительно, соответственно на 2,7-4,7 %, 4,7-10,7 % и 7,9-9,8 %. На унавоженном фоне, несмотря на его положительное влияние в целом, сидеральные пары своё действие на урожайность снижали, иногда до отрицательного знака. Первое место по эффективности занял клеверный сидеральный пар, второе – викоовсяный сидеральный пар. Эффективность викоовсяного сидерального пара была несколько выше в севообороте с одногодичным использованием клевера по сравнению с двухгодичным его использованием, где преобладал биологический азот, продуцируемый клевером. Сидеральные пары не оказали положительного влияния на урожайность клевера 1, 2 г.п. и яровой пшеницы (с подсевом клевера) вследствие наличия доступного биологического азота под этими культурами.

Существенное влияние на урожайность культур севооборотов оказали минеральные удобрения (табл. 1). На безнавозном фоне при внесении минеральных удобрений с первой дозой азота (вар. 2) урожайность культур в среднем по севообороту возросла на 14,8 % (по культурам на 3,5-27,2 %), со второй дозой азота – на 18,2 % (по культурам на – 6,8-27,5 %). На фоне навоза прибавки также были существенными, но не выше чем по безнавозному фону. Они составили по первой дозе азота в среднем 13,4 %, по второй дозе в среднем – 15,8 %.

Положительное действие на урожайность культур в севообороте оказала солома озимой ржи. Её влияние при внесении в чистом виде проявилось уже в следующем году на урожайности ячменя. Прибавка зерна составила 0,21-0,23 т /га ($НСР_{05}$ – 0,08) или 7,3-7,4 %.

На яровой пшенице с подсевом клевера солома повысила урожайность: на безнавозном фоне на 0,25 т /га или 10,1 % (С.5) и в севообороте с клеверным сидератом – на 0,23 т /га или 9,3 % (С.6) при $НСР_{05}$ – 0,10 т /га. Наибольшей величины эффективность соломы достигла на 4-й культуре – клевере 1 г.п. (С.5,6), и клевере 2 г.п. (С.1,3).

Таблица 1. **Влияние минеральных удобрений на урожайности культур севооборота (средние показатели по севооборотам 1,3,5,6), %**

Вариант	Оз. рожь	Ячмень + клевер	Клевер 1 г.п.	Клевер 2 г.п.	Оз. рожь	Ячмень	Овёс	Среднее
Без навоза								
2	3,5	15,2	11,2	24,2	13,8	27,2	8,7	14,8
3	6,8	22,0	14,8	27,5	22,1	23,4	11,2	18,2
Навоз								
2	4,4	12,5	10,7	14,6	10,2	29,7	12,0	13,4
3	7,1	17,9	14,1	20,2	14,0	20,0	17,0	15,8

Следующая культура – озимая рожь на безнавозном фоне положительно отозвалась на внесение соломы в чистом виде в севооборотах с чёрным паром (С.1), с двукратной сидерацией (С.5) и клеверным сидератом (С.6). Прибавки составили 0,82; 0,56; 0,41 т /га ($НСР_{05}$ – 0,12 т /га) или 27,0; 19,2; 16,0 %. На фоне навоза прибавки также были достоверными – в пределах 0,15-0,54 т/га.

Эффективность соломы повышалась при её внесении в сочетании с минеральными удобрениями. Урожайность всех культур в севооборотах возрастала по сравнению с вариантом без них как на фоне навоза, так и без него. На фоне без навоза в разных севооборотах прибавки от соломы колебались в пределах 2,4 – 8,2 %. На фоне навоза – 2,3 – 10,2 % (табл. 2).

Таким образом, минеральные удобрения по безнавозному фону увеличивали урожайность культур севооборотов на 14,8 (по первой дозе азота) и 18,2 % (по второй дозе азота). По унавоженному фону – на 13,4 и 15,8 % соответственно. Солома в чистом виде повышала урожайность культур в севооборотах с нарастанием от второй культуры – ячменя (на 7,4 %) к четвёртой культуре – клеверу 2 г.п. / клеверу 1 г.п. (на 18,5 % в среднем). Урожайность последующих культур – озимой ржи, ячменя и овса повышалась не во всех севооборотах и фонах. Прибавки урожайности от соломы снижались: ячменя до 10-13 %, овса – до 5-10 % в среднем.

Во второй закладке опыта в 2009 г. учитывали последействие биоресурсов на урожайность горохоовсяной смеси и горчицы. После прохож-

дения полной ротации 8-польных севооборотов влияние биоресурсов (навоза, сидератов, соломы) на биологическую активность почвы значительно ослабло. Процессы аммонификации и нитрификации развивались в основном за счёт ежегодной заделки в почву оставшихся растительных остатков и применяемых минеральных удобрений. В 5-м севообороте, кроме того, и за счёт повторного использования сидерата – зелёной массы озимой ржи.

Таблица 2. **Влияние соломы на урожайность культур и продуктивность севооборотов, т з.е./га (средние показатели по двум закладкам опыта)**

№ севооборота	Вариант	Без навоза			Навоз		
		Урожайность	Прибавка		Урожайность	Прибавка	
			т з.е./га	%		т з.е./га	%
1	N_2PK	3,15	-	-	3,36	-	-
	Солома + N_2PK	3,30	0,15	4,8	3,54	0,18	5,4
3	N_2PK	3,17	-	-	3,47	-	-
	Солома + N_2PK	3,43	0,26	8,2	3,57	0,10	2,3
5	N_2PK	3,28	-	-	3,39	-	-
	Солома + N_2PK	3,36	0,08	2,4	3,62	0,23	6,8
6	N_2PK	3,27	-	-	3,43	-	-
	Солома + N_2PK	3,51	0,24	7,3	3,78	0,35	10,2
Среднее $НСР_{05}$ – 0,08	N_2PK	3,22	-	-	3,41	-	-
	Солома + N_2PK	3,40	0,18	5,6	3,63	0,22	6,4

Численность сорняков не зависела от фактора биологизации севооборота. Вес воздушно-сухой массы напрямую зависел от их количества. В то же время проявилось последействие биоресурсов и минеральных удобрений на урожайность однолетних трав. От последействия минеральных удобрений урожайность увеличилась на 13,0-19,5 % по сравнению с контролем. Двойная сидерация севооборота викоовсяной смесью и озимой рожью дала положительный эффект в последействии. В среднем по фонам прирост урожайности составил 2,4 т/га зелёной массы при $НСР_{0,5}$ – 1,4 т/га.

Влияние соломы на продуктивность 8-польных севооборотов к концу ротации ослабло. Её эффективность выразилась повышением продуктивности севооборота на 6,2 % в сочетании с минеральными удобрениями. Повторное внесение соломы овса (последней культуры севооборота) оказало положительное действие на биологическую активность почвы на безнавозном фоне. Процессы аммонификации и нитрификации достоверно

повышались на 8,2 и 1,4 мг/кг при $НСР_{0,5}$ – 5,0 и 0,4 мг/кг соответственно по сравнению с контрольным вариантом.

На унавоженном фоне с внесением соломы содержание нитратов было на уровне контроля – 51,0 и 51,4 мг/кг соответственно. Процесс аммонификации на этом фоне развивался хуже. Содержание аммонийного азота понизилось на 1,3 мг/кг ($НСР_{05}$ – 0,4). Положительный эффект соломы выразился получением дополнительного урожая однолетних трав, который возрос на безнавозном фоне на 9,4 %, на фоне навоза – на 4,9 %.

Таким образом, сидераты, солома и минеральные удобрения способствовали увеличению содержания подвижного фосфора, обменного калия (на 20,7 и 13,4 %.соответственно) и кислотности почвы. Навоз сдерживал процесс её подкисления. Эффективность их в последействии понизилась, но полностью не прекратилась.

В севообороте 1 по безнавозному фону баланс азота сложился с большим дефицитом за ротацию севооборота: – 334 кг/га, или – 47,4 кг/га в год с интенсивностью баланса – 42 %. Внесение 40 т/га навоза привело к положительному балансу азота (157 кг/га за ротацию или 22,4 кг/га в год с интенсивностью 120 %). В севооборотах 3 и 6 с сидеральными парами баланс азота стал положительным и составил 247-311 кг/га или 35,3-44,4 кг/га в год. Интенсивность баланса – 122-146 %. На фоне навоза значения баланса возросли до 611-690 кг/га за ротацию (87,3-98,6 кг/га в год) с интенсивностью 165-172 %. В севообороте с викоовсяным сидеральным паром баланс азота был несколько выше, чем в севообороте с клеверным сидеральным паром. Объясняется это более высоким содержанием азота в сене викоовсяной смеси за счёт вики (табл. 3), чем в сене клевера [5].

Таблица 3. **Содержание азота в сене клевера и вики (викоовсяной смеси), %**

Культура	В опыте с сидератами		По Ф.И. Левину	
	Без навоза	Навоз	Без удобрений	На удобренном фоне
Клевер 1 г.п.	1,83	1,90	1,98	2,37
Клевер 2 г.п.	2,29	2,37	1,70	2,16
Вика	2,30*	2,41*	2,68	3,07
* В викоовсяной смеси				

Минеральные удобрения в севообороте 1 по безнавозному фону несколько снижали дефицит азота. На фоне навоза они повышали баланс с 106 % на контроле до 127 %. В севооборотах с сидеральными парами обеспечили положительный баланс азота. На фоне без навоза интенсивность баланса

составила 144-153 %, на фоне навоза – 164-174 %. В варианте с соломой без внесения минеральных удобрений баланс азота также был положительный (129-141 %). С внесением NPK баланс составил 140-152 % на фоне без навоза и 155-163 % на фоне навоза.

Таким образом, в севообороте с чёрным паром на безнавозном фоне складывался отрицательный баланс азота, в севооборотах с сидеральными парами – положительный с интенсивностью баланса 42 % и 122-146 % соответственно. На фоне навоза установился положительный баланс азота с интенсивностью: в севообороте с чёрным паром – 120 %, в севооборотах с сидеральными парами – 165-172 %. Азот минеральных удобрений способствовал повышению уровня интенсивности баланса азота.

Баланс фосфора и калия в севообороте с чёрным паром без навоза был отрицательный: –164 и – 600 кг/га за ротацию или – 23,4 и – 85,7 кг/га в год соответственно. На фоне навоза баланс фосфора стал положительным (144 кг/га за ротацию). Дефицит калия снизился, но не исчез (– 260 кг/га). В севооборотах с сидеральными парами положительный баланс фосфора на фоне без навоза складывался только в варианте с минеральными удобрениями (120 и 212 кг/га с интенсивностью 143, 176 % соответственно по севооборотам). На фоне навоза баланс фосфора повышался до 435 и 527 кг/га за ротацию (62,1; 75,3 кг/га в год) с интенсивностью 247 и 279 %. Баланс калия был положительный: без навоза – 107 и 117 кг/га, вполне с достаточной интенсивностью – 114 и 113 %. С навозом – 447 и 440 кг/га, с более чем достаточной интенсивностью баланса – 152 и 151 %.

Полученные данные позволяют заключить, что наибольшая эффективность викоовсяных и клеверных сидеральных паров достигалась при использовании соломы и минеральных удобрений ($N_{56}P_{36}K_{42}$ в среднем за ротацию севооборота) со следующими значениями интенсивности баланса. На безнавозном фоне: азота – 148 и 140 %, фосфора – 123 и 151 %, калия – 116 и 119 %. На фоне навоза: азота – 161 и 155 %, фосфора – 219 и 247 %, калия – 150 и 152 % соответственно по севооборотам.

Литература

1. Довбан, К.И. Зелёное удобрение / К.И. Довбан. – М.: ВО «»Агропромиздат», 1990. – 208 с.

2. Доспехов, Б.А. Действие удобрения соломой на плодородие дерново-подзолистых почв при разных системах её обработки в севообороте / Б.А. Доспехов, Д.В. Васильев, Р.Р. Усманов // Использование соломы как органического удобрения. – М.: Наука, 1980. – С. 144-156.

3. Еськов, А.И. Состояние и перспективы исследований по повышению плодородия почв и эффективному использованию органических удобрений / А.И. Еськов, М.Н. Новиков, Г.Е. Мёрзлая // Бюллетень ВИУА. – 2001. - № 114. – С.7-10.

4. Кирюшин, В.И. Управление плодородием почв в интенсивном земледелии / В.И. Кирюшин // Земледелие. – 1987. - № 5. – С. 2-6.

5. Левин, Ф.И. Окультуривание подзолистых почв / Ф.И. Левин. – М.: Колосс. – 1972. – 264 с.

6. Стейнифорт, А.Р. Солома злаковых культур / А.Р. Стейнифорт. – М.: Колос, 1983 – 189 с.

7. Фёдоров, В.А. Сидеральный горчичный пар / В.А. Фёдоров, З..Я. Брюхова // Земледелие. – 1995. – № 4. – С. 24-25.

8. Холзаков, В.М. Повышение продуктивности дерново-подзолистых почв в Среднем Предуралье: автореф. диссертации на соискание доктора с.-х. наук 06.01.01 / В.М. Холзаков. – Тюмень, 2004. – 32 с.

ВЛИЯНИЕ КУЛЬТУР СЕВООБОРОТА НА ПОСТУПЛЕНИЕ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В ПОЧВУ

С.А. Замятин, В.М. Изместьев

ГНУ Марийский НИИСХ Россельхозакадемии, г. Йошкар-Ола,

via@mari-el.ru

Важнейший фактор плодородия – органическое вещество почвы. Особая роль органического вещества в плодородии почвы объясняется его глобальным воздействием на все агрономически важные свойства почвы в современных системах земледелия. Особо остро проблема органического вещества стоит для почв Нечерноземной зоны РФ, которые от природы бедны им и вследствие этого малопродуктивны (Лыков, Еськов, Новиков, 2004).

Для сохранения плодородия почвы и величины урожаев, по мнению Д.Н. Прянишникова (1953), необходимо ежегодно вносить в виде минеральных удобрений не менее 80% потребляемого растениями азота, 100% фосфора, 70-80% калия.

Плодородие почвы в значительной степени определяется запасами гумуса. Все растения, как биологические объекты, в течение всей своей жизни не только используют питательные вещества и влагу из почвы, но и сами обогащают ее за счет выделений корней, сбрасывания стареющих листьев, симбиоза с микроорганизмами, наконец, в результате оставления корневой массы и надземных растительных остатков после уборки урожая. При этом земле возвращается значительная часть элементов питания, происходит увеличение содержания гумуса в почве (Ванифатьев и др., 2000).

Исследования проводились в 1996-2011 гг. в условиях опытного поля ГНУ Марийский НИИСХ Россельхозакадемии.

Схема опыта:

Фактор А – виды севооборотов

1. Зерновой севооборот (овес + клевер, клевер 1 г.п., озимые, вика/овес (зерно), яровая пшеница, ячмень)

2. Плодосменный севооборот I (вика/овес (занятый пар), озимые, ячмень, картофель, вика/овес (зерно), яровая пшеница)

3. Плодосменный севооборот II (вика/овес (зерно), яровая пшеница, картофель (навоз 80 т/га), ячмень + клевер, клевер 1 г.п., озимые)

4. Зернотравянопропашной севооборот (ячмень + клевер, клевер 1 г.п., клевер 2 г.п., озимые, картофель, овес).

Фактор В – запашка измельченной соломы и остатков клевера на сидерат.

1. Обычная технология (удаление соломы).
2. Органическая технология (запашка измельченной соломы, высокой стерни клевера).

Фактор С – внесение минеральных удобрений:

1. Контроль (без удобрений).
2. $N_{60}P_{60}K_{60}$.

Севообороты вводились одним полем с ротацией культур во времени. Повторность вариантов в опыте трехкратная, расположение делянок систематическое. Общая площадь делянок главного фактора является одним из видов севооборота и составляет 330 м^2 (30 х 11 м). Каждая из делянок главного фактора делится поперек на две части по 165 м^2 для изучения влияния минеральных удобрений ($N_{60}P_{60}K_{60}$).

Для изучения действия запашки измельченной соломы зерновых культур и остатков клевера на сидерат делянки делятся на две части по 82,5 м^2 (15 х 5,5 м).

Минеральные удобрения вносили в сбалансированном соотношении основных элементов питания по $N_{60}P_{60}K_{60}$ в виде аммиачной селитры , аммофоса и хлористого калия разбрасыванием перед посевом.

Агротехнические приемы возделывания культур в севооборотах были общепринятыми для республики, но в то же время использовались отдельные элементы результатов исследований по разработке альтернативной биологизированной системы удобрений. Все основные виды работ выполнялись тракторами и сельскохозяйственными машинами общего назначения, что значительно приближало полученные результаты к условиям производства.

Почва опытного участка дерново-подзолистая, среднесуглинистая со следующими агрохимическими показателями пахотного слоя перед закладкой опыта: содержание гумуса – 1,82%, реакция почвенного раствора – 5,67, Hg – 1,7 мг–экв на 100 г почвы, сумма поглощенных оснований – 7,9 мг–экв на 100 г почвы. Обеспеченность почвы подвижным фосфором 270; обменным калием 130 мг на 1 кг почвы.

Для оценки размеров поступления органического вещества и основных элементов питания в дерново-подзолистую почву в 2011 году были проведены наблюдения за накоплением пожнивно-корневых остатков в пахотном слое почвы и их химическим составом (таблица 1).

Результаты исследований показывают что наибольшее накопление абсолютно сухой подземной органической массы было у озимой ржи в зернотравянопропашном севообороте 4,45…4,66 т/га в зависимости от вариантов удобрения, наименьшее у картофеля 2,24…2,40 т/га. Остальные культуры занимали промежуточное положение. Запашка измельченной

Таблица 1. **Накопление пожнивно-корневых остатков и их химический состав, 2011 г.**

Культуры	Технологии	Удобрения	Абсолютно сухое вещество, т/га		Содержание общего азота, %		Содержание фосфора, %		Содержание калия, %	
			стерня	корни	стерня	корни	стерня	корни	стерня	корни
Вика + овес	Обычная	без удоб.	0,94	4,10	0,91	1,03	0,38	0,58	0,53	0,65
		NPK	0,97	4,23	1,03	1,34	0,34	0,52	0,56	0,68
	Органическая	без удоб.	3,34	4,22	0,97	1,21	0,65	0,60	0,55	0,70
		NPK	3,91	4,28	1,15	1,27	0,77	0,75	0,59	0,87
Картофель	Обычная	без удоб.	0,31	2,24	0,45	0,79	0,28	0,47	0,67	0,36
		NPK	0,33	2,29	0,49	0,83	0,25	0,51	0,72	0,39
	Органическая	без удоб.	0,31	2,31	0,48	0,79	0,32	0,44	0,72	0,34
		NPK	0,32	2,40	0,53	0,87	0,34	0,45	0,72	0,35
Ячмень + клевер	Обычная	без удоб.	0,99	4,31	0,71	1,07	0,42	0,36	0,72	0,34
		NPK	1,00	4,42	0,68	1,11	0,36	0,39	0,74	0,35
	Органическая	без удоб.	2,74	4,46	0,79	1,21	0,48	0,42	0,69	0,28
		NPK	3,20	4,53	0,93	1,27	0,54	0,51	0,70	0,31
Озимая рожь	Обычная	без удоб.	1,16	4,45	0,47	0,89	0,36	0,39	0,58	0,65
		NPK	1,15	4,63	0,44	0,95	0,31	0,35	0,62	0,67
	Органическая	без удоб.	3,73	4,61	0,58	0,85	0,45	0,49	0,42	0,69
		NPK	3,98	4,66	0,58	0,87	0,47	0,51	0,45	0,73

соломы, как и постоянное внесение минеральных удобрений способствовали большему накоплению органической массы корневых остатков.

Что касается стерневых остатков, то с внесением измельченной соломы в почву поступает в 2,56..4,03 раза больше сухого вещества, чем при традиционной технологии.

Содержание общего азота в стерневых остатках озимой ржи было в пределах 0,44…0,58%, фосфора – 0,24…0,47%, калия – 0,42…0,93%. В остатках картофеля, соответственно, азота – 0,45…0,53%, фосфора – 0,25…0,34%, калия – 0,67…0,72%.

Несмотря на большую роль растительных остатков в поддержании и повышении плодородия почвы, учету их массы и качества уделяется еще недостаточно внимания. Учет их количества имеет большое значение и для решения многих важных теоретических и практических вопросов, таких как разработка систем удобрения, севооборотов и систем земледелия в целом. От точности определения массы корней зависят результаты изучения биологического круговорота вещества и элементов питания в посевах.

По данным выше приведенной таблицы нами рассчитан валовый сбор элементов питания с растительными остатками (таблица 2).

Таблица 2. **Накопление элементов питания растительными остатками сельскохозяйственных культур, 2011 г.**

Культуры	Технологии	Удобрения	Количество элементов питания в растениях, кг/га					
			азота		фосфора		калия	
			стерня	корни	стерня	корни	стерня	корни
Вика + овес	Обычная	б/у	8,5	42,2	3,6	23,8	5,0	26,6
		NPK	10,0	56,7	3,3	22,0	5,4	28,8
	Органическая	б/у	32,4	51,0	21,7	25,3	18,3	29,5
		NPK	44,9	54,3	30,1	32,1	23,1	37,2
Картофель	Обычная	б/у	1,4	17,7	0,9	10,5	2,1	8,1
		NPK	1,6	19,0	0,8	11,7	2,3	8,9
	Органическая	б/у	1,5	18,3	1,0	10,2	2,3	7,9
		NPK	1,7	20,9	1,1	10,8	2,3	8,4
Ячмень + клевер	Обычная	б/у	7,0	46,2	4,2	15,5	7,1	14,7
		NPK	6,8	49,1	3,6	17,2	7,4	15,5
	Органическая	б/у	21,7	54,0	13,2	18,7	18,9	12,5
		NPK	29,8	57,5	17,3	23,1	22,4	14,0
Озимая рожь	Обычная	б/у	5,5	39,6	4,2	17,3	6,7	28,9
		NPK	5,1	44,0	3,6	16,2	7,1	31,0
	Органическая	б/у	21,6	39,2	16,8	22,6	15,7	31,8
		NPK	23,1	40,5	18,7	23,8	17,9	34,0

Наибольшее поступление азота в почву было после возделывания и заделки пожнивных остатков викоовсяной смеси на зерно (42,2…56,7 кг/га с корневыми остатками и 8,5…44,9 кг/га со стерней). Наименьшее поступление азота отмечено после картофеля – 17,7…20,9 и 1,4…1,7 кг/га соответственно.

Поступление фосфора со стерней было в пределах от 0,8 на картофеле до 30,1 кг/га на вика/овсе, с корневыми остатками – 10,5…32,1 кг/га после возделывания данных культур. Внесение минеральных удобрений увеличивает поступление фосфора в почву с подземными органическими остатками.

По накоплению калия наблюдается та же тенденция.

Среднее поступление корнестерневых остатков за ротацию севооборотов представлено в таблице 3.

Таблица 3. **Накопление растительных остатков в севооборотах за ротацию и содержание в них элементов питания (среднее за 2006-2011 гг.)**

Варианты		Масса корнестерневых остатков, т/га	Накопление элементов питания, кг/га		
			азота	фосфора	калия
технологии	удобрения				
Зерновой севооборот					
Обычная технология	Без удобр.	3,02	28,9	17,5	24,1
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	3,15	35,3	19,8	25,7
Органическая технология	Без удобр.	4,68	41,8	24,6	35,7
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	4,82	51,2	29,1	38,1
I плодосменный севооборот					
Обычная технология	Без удобр.	2,59	24,4	14,4	17,8
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	2,67	27,3	16,1	18,7
Органическая технология	Без удобр.	3,96	30,0	19,0	22,2
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	4,11	34,5	20,7	24,0
II плодосменный севооборот					
Обычная технология	Без удобр.	3,82	37,1	17,0	35,0
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	3,80	40,4	18,8	35,7
Органическая технология	Без удобр.	5,22	49,1	24,8	44,5
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	5,34	54,5	27,9	46,4
Зернотравянопропашной севооборот					
Обычная технология	Без удобр.	3,71	37,9	18,0	34,4
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	3,78	40,8	20,7	36,0
Органическая технология	Без удобр.	4,86	46,9	23,6	43,1
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	4,94	51,6	27,2	44,3

Учет сухой массы корнестерневых остатков показал, что в севооборотах с высоким насыщением зерновыми культурами, в почву поступает наименьшее количество органического вещества и следовательно питательных элементов содержащихся в них.

Так, в зерновом севообороте с одногодичным использованием клевера в среднем за год поступает 3,02 т/га корнестерневых остатков. В I плодосменном севообороте за счет замены клевера на картофель корнестерневых остатков образовалось на 14 % меньше, чем на контрольном севообороте. Во II плодосменном и зернотравянопропашном севооборотах накопление корнестерневых остатков было на 23-27 % выше чем, в контроле. Это объясняется прежде всего лучшим развитием корней после внесения навоза и использованием в течение двух лет посева клевера, что обеспечивало лучшее фитосанитарное состояние (поражение корневыми гнилями и засоренность) и следовательно более высокое развитие растений и повышение их урожайности. Применение минеральных удобрений в дозе $N_{60}P_{60}K_{60}$ повысило массу корнестерневых остатков в 1, 2 и 4 севооборотах на 2-4 %. Во II плодосменном севообороте этот показатель снизился. Внесение соломы и высокой стерни клевера повысило накопление корнестерневых остатков по сравнению с обычной технологией на 31-55 %.

Определение содержания элементов питания в растительных остатках показало, что стерня и корни клевера содержали 1,93-2,50 и 0,98-1,13 % азота, 0,56-0,61 и 0,43-0,71 % фосфора и 1,47-1,54 и 1,39-1,41 % калия соответсвенно.В викоовсяной смеси в среднем содержалось 1,78 % и 1,14 % азота, 0,96 % и 0,83 % фосфора и 0,71% и 1,10 % калия в стерне и корнях соответственно. В остатках зерновых культур содержалось, примерно одинаковое количество этих элементов: азота – 0,74 и 1,25 %, фосфора – 0,64 и 0,80 %, калия – 0,64 и 0,72 %. Меньше всего элементов питания находилось в остатках картофеле: азота 0,20 и 0,75 %, фосфора – 0,21 и 0,29 %, калия – 0,28 и 0,38 % соответственно.

Включение в зернотравянопропашные севообороты клевера двух лет пользования положительно сказалось на накоплении питательных элементов в целом по севооборотам. IV севооборот имел преимущество перед зерновым и I плодосменным севооборотом. В нем с корнестерневыми остатками оставалось 37,9 кг/га азота, фосфора – 18,0 и калия – 34,4 кг/га, что было больше чем в других севооборотах.

Таким образом, учет корнестерневых остатков показал, что в севооборотах с высоким насыщением зерновыми культурами, в почву поступает меньше всего органического вещества и следовательно питательных элементов. Во II плодосменном и зернотравянопропашном севооборотах накопление корнестерневых остатков было на 23-27 % выше чем на контроле (зерновой севооборот). Это объясняется прежде всего лучшим

развитием корней и растений после внесения навоза и использованием двух лет клевера, что в свою очередь обеспечило лучшее фитосанитарное состояние посевов в этих севооборотах и повышение продуктивности. Минеральные удобрения способствуют некоторому повышению массы корнестерневых остатков возделываемых культур.

Литература

1. Лыков А.М. Органическое вещество пахотных почв Нечерноземья (актуальность и состояние проблемы, рабочие гипотезы исследований, сопряженность агрономических и экологических функций, динамика в агроценозах, принципы моделирования и технологии производства). / А.М. Лыков, А.И. Еськов, М.Н. Новиков – М.: РАСХН, 2004. – 630 с.

2. Прянишников Д.Н. Севооборот и его значение в поднятии урожайности. / Д.Н. Прянишников. Избранные сочинения. – Сельхозгиз, 1953. – Т. 3. – С. 10.

3. Ванифатьев А.Г. Опыт биологизации земледелия в Чувашии. / А.Г. Ванифатьев, Ю.К. Казанков – Чебоксары: Чебоксарская типография № 1, 2000. – 93 с.

ВЛИЯНИЕ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД В КАЧЕСТВЕ НЕТРАДИЦИОННЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ КЛЕВЕРА ЛУГОВОГО

Д.С. Зиновьев, М.Т. Васбиева

ГНУ Пермский НИИСХ Россельхозакадемии, г Пермь, pniish@rambler.ru

Пермский край является одним из наиболее техногенно загрязненных районов Северо-восточного региона европейской части РФ (Иванов В.А., 1992). В связи с этим актуальна проблема утилизации отходов промышленности, сельскохозяйственных предприятий, коммунально-бытового хозяйства, которые занимают значительные площади и являются источником загрязнения атмосферы, поверхностных и грунтовых вод, почв и растений. Одно из направлений утилизации осадков сточных вод (ОСВ) – возможность использования их в качестве нетрадиционных органических удобрений.

В сухом остатке сточных вод содержится 40–70 % органического вещества, 1–3 % общего азота, 1,5–6 % фосфора, 0,15–0,35 калия и другие необходимые элементы питания для растений. ОСВ имеют близкую к нейтральной реакцию среды. Однако широкое применение ОСВ в качестве удобрений ограничивается высоким содержанием тяжелых металлов, которые могут накапливаться в почве и продукции растениеводства. Содержание тяжелых металлов в осадках колеблется в широких пределах и в

ряде случаев превышает допустимые установленные концентрации (Стратегия использования осадков.., 2002).

Данные по влиянию ОСВ на качество сельскохозяйственной продукции противоречивы. Некоторые исследователи отмечают положительное влияние осадков на качество зерновых, кормовых культур, клубней картофеля, капусты, многолетних и однолетних трав (Цуркан М.А., 1989).

Цель работы – изучить влияние осадков сточных вод, в качестве нетрадиционных органических удобрений, на урожайность клевера лугового 1 и 2 г.п., а также на агрохимические свойства дерново–мелкоподзолистой тяжелосуглинистой почвы.

Исследования проводили на базе длительного стационарного опыта, заложенного в 1976 г. Опыты с осадками сточных вод проводили в типичном севообороте (чистый пар – озимая рожь – яровая пшеница + клевер – клевер 1г.п. – клевер 2г.п. – ячмень – овес) на дерново-мелкоподзолистой тяжелосуглинистой почве Пермского НИИ сельского хозяйства.

Содержание гумуса в почве низкое, фосфора – высокое, а калия – повышенное. Степень насыщенности основаниями повышенное. Сумма обменных оснований умеренно низкая. Реакция среды – среднекислая.

Схема опыта: 1. Контроль; 2. Навоз 40 т/га; 3. ОСВ 40 т/га*; 4. ОСВ 40 т/га**; 5. ОСВ 60 т/га**; 6. $N_{60}P_{60}K_{60}$ – фон; 7.Фон + навоз 40 т/га; 8. Фон + ОСВ 40 т/га*; 9. Фон + ОСВ 40 т/га**; 10. Фон + ОСВ 60 т/га**.

* – ОСВ (натуральной влажности) вносили в чистом пару в I, II, III, IV и V ротациях севооборота.

** – ОСВ (натуральной влажности) вносили в чистом пару I и II ротаций севооборота.

Минеральные удобрения ($N_{60}P_{60}K_{60}$) вносили под все зерновые культуры севооборота под предпосевную культивацию в виде аммиачной селитры или мочевины, простого суперфосфата и хлористого калия.

Повторность вариантов 3-х кратная. Размещение - систематическое, в 4 яруса. Опыт однофакторный. Агротехника в опыте общепринятая для культур центральной зоны Пермского края.

В составе ОСВ органического вещества от 62,0 до 92,3 %, общего азота от 0,4 до 3,5 %, P_2O_5 – 1,6 – 4,6 %, K_2O –0,3 – 0,9 % на абсолютно сухое вещество, а pH от 6,2 до 6,7,в течении пяти ротаций.

Валовое содержание тяжелых металлов находящихся в составе ОСВ имеет следующие величины (мг/кг) для кадмия (Cd) – 21,00; свинца (Pb) – 43; никель (Ni) –273; хром (Cr) – 648; для цинка (Zn) – 224, меди (Cu) – 242, мышьяка (As) – 8, ртути (Hg) –1.

При использовании ОСВ в качестве органических удобрений наблюдались изменения в агрохимическом состоянии почвы. Регулярное внесение ОСВ 40 т/га в течение пяти ротаций севооборота достоверно увеличило содержание гумуса в пахотном горизонте дерново-подзолистой

почвы (0–20 см) с 1,77 в контрольном варианте до 1,91 %, а при внесении навоза КРС 40 т/га отмечена только тенденция к увеличению до 1,86 % (таблица 1).

В вариантах, где ОСВ изучали в последействии (были внесены в I и II ротациях севооборота), также отмечено увеличение содержания гумуса, но только на уровне тенденции до 1,84–1,85 %.

Таблица 1. **Агрохимическая характеристика дерново-подзолистой почвы за 2010–2011 гг. (0–20 см)**

Варианты опыта	Гумус, %	pH_{KCl}	Мг-экв. на 100 г почвы				V, %	P_2O_5	K_2O
			S	Нг	Са	Mg		мг/кг	
Контроль (без удобрений)	1,77	4,2	20,8	4,8	13,4	3,9	81	124	126
Навоз 40 т/га	1,86	4,3	22,2	4,6	14,3	3,8	83	153	148
ОСВ 40 т/га*	1,91	4,3	21,6	4,6	14,3	3,6	83	207	169
ОСВ 40 т/га**	1,85	4,4	21,9	4,6	14,2	4,3	83	223	145
ОСВ 60 т/га**	1,84	4,3	21,4	4,7	13,9	4,3	82	212	129
$N_{60}P_{60}K_{60}$ – фон	1,86	4,1	24,4	5,2	13,3	3,9	82	321	179
Фон + Навоз 40 т/га	1,96	4,1	20,5	5,6	12,9	2,2	79	413	221
Фон + ОСВ 40 т/га*	2,01	4,1	20,8	5,8	13,1	2,5	78	388	203
Фон + ОСВ 40 т/га**	1,98	4,1	19,5	6,0	12,9	3,5	77	428	168
ОСВ 60 т/га**	2,00	4,1	20,9	6,0	13,3	4,0	78	375	184
$НСР_{05}$	0,10	0,1	1,5	0,4	0,9	$F_ф<F_т$	2	57	44

Применение ОСВ в дозе 40 т/га, как при систематическом внесении, так и в последействии, достоверно повысило в почве содержание подвижного фосфора на 83 и 99 мг/кг, а в отношении подвижного калия наблюдали тенденцию к увеличению на 43 и 19 мг/кг. В варианте, где изучали последействие ОСВ в дозе 60 т/га** отмечено увеличение только фосфора на 88 мг/кг, содержание калия сохранилось на уровне контроля.

Полученные результаты можно объяснить тем, что содержание фосфора в используемых осадках превосходило содержание калия в 6 и более раз. Влияние навоза в дозе 40 т/га на фосфатный и калийный режимы почвы проявилась в меньшей степени.

Использование ОСВ в дозе 40 т/га (систематическое внесение, последействие) и навоза положительно повлияло на ППК почвы. На уровне тенденции возросла сумма обменных оснований с 20.8 (контроль) до 21,6–22,2 и снизилась гидролитическая кислотность с 4,8 до 4,6 мг-экв./100 г, в результате чего степень насыщенности основаниями (V) увеличилась с 80 до 83 %. Содержание кальция повысилось (достоверно) с 13,4 до 14,2–14,3 мг-экв./100 г. Показатель pH_{KCl} увеличился с 4,2 до 4,3–4,4.

На фоне минеральных удобрений положительное влияние ОСВ (систематическое внесение, последействие), навоза возросло на гумусовый, калийный и фосфатный режимы почвы. Но совместное применение ОСВ и навоза с минеральными удобрениями привело к снижению гидролитической кислотности почвы с 5,2 (фон) до 5,6–6,0 мг-экв./100 г.

Урожайность в среднем за 2 года использования клевера (2010–2011 гг.) в контрольном варианте составила 4,42 т/га (таблица 2). Систематическое внесение ОСВ 40 т/га обеспечило достоверное повышение урожайности клевера лугового на 0,65 т/га, но уступило по своему действию эквивалентной дозе навоза, использование которого повысило урожайность на 0,74 т/га. Однако математически разница между вариантами не доказана.

Таблица 2. **Урожайность клевера лугового (16 % влажность)**

Варианты опыта	Урожайность, т/га	Отклонение от	
		контроля	фона
Контроль	4,42	–	–
Навоз 40 т/га	5,16	0,74	–
ОСВ 40 т/га*	5,08	0,65	–
ОСВ 40 т/га**	5,08	0,66	–
ОСВ 60 т/га**	5,13	0,71	–
$N_{60}P_{60}K_{60}$ – фон	4,73	0,31	–
Фон + Навоз 40 т/га	5,21	0,79	0,48
Фон + ОСВ 40 т/га*	5,09	0,66	0,36
Фон + ОСВ 40 т/га**	5,09	0,67	0,36
Фон + ОСВ 60 т/га**	5,03	0,61	0,30
$НСР_{05}$	–	0,45	

Последействие ОСВ, внесенных в I и II ротациях севооборота, по влиянию на урожайность клевера не уступило их регулярному внесению (вносили в I–V ротациях). В варианте ОСВ 40 т/га** прибавка составила 0,66, а ОСВ 60 т/га**–0,71 т/га.

На фоне $N_{60}P_{60}K_{60}$ существенно повысилась эффективность применения навоза 40 т/га – прибавка урожая клевера составила (к фону –4,73 т/га) 0,48 т/га. Действие и последействие ОСВ проявилось в меньшей степени – отмечено повышение урожайности клевера на уровне тенденции на 0,30–0,36 т/га.

Использование ОСВ в качестве удобрений повлияло и на содержание тяжелых металлов в фитомассе клевера.

Использование ОСВ неоднозначно повлияло на концентрацию в растениях Pb. В варианте с регулярным внесением ОСВ 40 т/га отмечено достоверное снижение содержания Pb на 18 %, а при изучении последействия (ОСВ 40 и 60 т/га**) наблюдали тенденцию к увеличению на 9 %. Содержание ТМ в клевере при использовании ОСВ находилось в пределах установленных МДУ, т.е. полученный урожай может быть использован на кормовые цели.

Таблица 3. **Содержание тяжелых металлов в клевере луговом, мг/кг**

Варианты опыта	Cd	Pb	Zn	Cu
Контроль (без удобрений)	0,10	0,92	31,50	14,65
Навоз 40 т/га	0,10	0,83	30,00	15,50
ОСВ 40 т/га*	0,11	0,75	44,00	16,75
ОСВ 40 т/га**	0,12	1,00	45,00	16,50
ОСВ 60 т/га**	0,12	1,00	49,00	15,10
$N_{60}P_{60}K_{60}$ – фон	0,10	0,75	31,63	14,65
Фон + Навоз 40 т/га	0,10	0,67	37,50	15,00
Фон + ОСВ 40 т/га*	0,11	0,75	55,00	14,75
Фон + ОСВ 40 т/га**	0,11	1,66	39,00	15,50
Фон + ОСВ 60 т/га**	0,11	1,00	36,50	16,00
$НСР_{05}$	0,01	0,15	6,5	1,35
МДУ	0,3	5,0	50	30

Систематическое внесение ОСВ в дозе 40 т/га на фоне $N_{60}P_{60}K_{60}$ привело к увеличению в клевере содержания Cd в 1,1 и Zn в 1,7 раза (к фону). По Zn отмечено превышение допустимых нормативов для кормов

сельскохозяйственных животных – МДУ (50 мг/кг), что возможно связано с высокой металлоаккумулирующей способностью клевера лугового к данному элементу, т.к. содержание Zn в использованных ОСВ и в почве было в пределах установленных нормативов. Концентрации Cu и Pb находились на уровне фона. В вариантах, где изучали на фоне минеральных удобрений последействие ОСВ, наблюдали увеличение в растениях клевера ТМ в 1,1–2,2 раза, но превышение допустимых нормативов не выявлено.

Таким образом, применение ОСВ, углеотходов и навоза положительно повлияло на агрохимические и биологические свойства дерново-подзолистой почвы – отмечено повышение содержания гумуса, подвижного фосфора, обменного калия, улучшение показателей ППК.

Систематическое внесение ОСВ 40 т/га обеспечило достоверное повышение урожайности сена (воздушно-сухое вещество 16 % влажности) клевера лугового (в среднем за два года использования) на 0,65 т/га, но уступило по своему действию эквивалентной дозе навоза, использование которого повысило урожайность на 0,74 т/га. Однако содержание Cd в клевере при использовании ОСВ находилось в пределах установленных МДУ, т.е. полученный урожай может быть использован на кормовые цели. Но при регулярном внесении ОСВ раз в ротацию севооборота на фоне $N_{60}P_{60}K_{60}$ отмечено превышение допустимых нормативов по цинку, что возможно связано с высокой металлоаккумулирующей способностью клевера лугового к данному элементу, т.к. содержание Zn в использованных ОСВ и в почве было в пределах установленных нормативов.

Литература

1. Иванов В.А. Вопросы агроэкологии в Уральском регионе // Материалы I съезда международной ассоциации, 11–12 марта 1992 г. М., 1992. – С. 44–45.

2. Стратегия использования осадков сточных вод и компостов на их основе в агрикультуре / Под редакцией Н.З. Милащенко // ВИУА им. Д. Н. Прянишникова. М.: Агроконсалт, 2002. – 140 с.

3. Цуркан М. А., Архип О. Д., Русу А.П. Городские отходы и способы их утилизации. Кишинев: Штиинца, 1989. – 134 с.

ПЛОДОРОДИЕ ТЁМНО-СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВ В СЕВООБОРОТАХ С ЗЕРНОБОБОВЫМИ КУЛЬТУРАМИ

В.И. Зотиков, Л.А.Нечаев

ГНУ ВНИИЗБК Россельхозакадемии, г. Орёл, E-mail: office@vniizbk.orel.ru

Многовековой научно-производственный опыт мирового и российского сельскохозяйственного производства свидетельствует, что наиболее эффективными как традиционных, так и новых агротехнологий (точного земледелия, Ноу-Тил, адаптивно-ландшафтного земледелия и др.) являются системы земледелия, которые наиболее всего учитывают почвенно-климатические и природно-хозяйственные условия региона, землепользования, землевладения, агробиологические особенности севооборотов, обработки почв, применение удобрений и др.

В Орловской области основные типы почв занимают следующие площади: чернозёмы выщелоченные – 225,1 тыс. га (10,9% площади сельхозугодий) и 212,2 тыс. га площади пашни (12,8%), чернозёмы оподзоленные занимают площади соответственно 519,6 тыс. га (25,3%) и 493,6 тыс. га (29,8%), тёмно-серые лесные – 426,3 тыс. га (20,6%) и 395,0 тыс. га (23,8%), серые лесные – 401,2 тыс. га (19,6%) и 367,2 тыс. га (22,1%), светло-серые лесные – 125,5 тыс. га (6,1%) и 114,4 тыс.га (6,9%). Эти почвы в сельхозугодьях занимают 82,5% их площади, а в пашне – 95,4% её площади, т.е. это основные площади земледелия области располагаются на этих пяти типах почв. При этом на тёмно-серых лесных почвах земледелии ведётся практически на четвёртой части площади земледелия (23,8%). По гранулометрическому составу в сельхозугодьях тёмно-серые лесные почвы представлены в основном тяжелосуглинистыми 51% и среднесуглинистыми 37,4% разновидностями.

Область расположена в зоне переходных почв от дерново-подзолистых к чернозёмным. На этой основе выделено три почвенно-ландшафтных и агроландшафтных зоны: западная, центральная и юго-восточная.

В западной зоне (Болховский, Дмитровский, Троснянский, Урицкий, Сосковский, Орловский, Хотынецкий, Шаблыкинский, Знаменский районы) преобладающими являются светло-серые и серые лесные почвы, составляющие 78% площади пашни. Они нуждаются в комплексе мелиоративных мероприятий – известкование, посев зернобобовых на зелёное удобрение и т.д.

В центральной зоне (Свердловский, Глазуновский, Корсаковский, Покровский, Малоархангельский районы) преобладающими почвами являются тёмно-серые лесные почвы (30%) и оподзоленные чернозёмы (37%). Они в основном характеризуются слабокислой и близкой к нейтральной реакцией почвенного раствора.

В юго-восточной зоне (Должанский, Колпнянский, Ливенский, Верховский, Новодеревеньковский, Краснозоренский районы) преобладающими почвами являются выщелоченные и оподзоленные чернозёмы, занимающие почты 80% от всей площади пашни. Почвы зоны гораздо

меньше нуждаются в известковании, чем почвы центральной и западной зон.

Годы исследований (1983…2007) по сложившимся погодным условиям характеризуются как контрастные, но в целом они соответствуют среднемноголетним климатическим закономерностям, поэтому полученные в экспериментах данные и статистические показатели объективно характеризуют выявленные закономерности и особенности использования почв в земледелии Орловской области, позволяют обосновать теоретические основы и методы управления плодородием почв.

Исследования проводились в двух стационарах с севооборотами: 1– пар чёрный и сидеральный – озимая пшеница – кормовая свёкла и картофель – просо – горох – озимая пшеница – гречиха – ячмень; 2 – чёрный и сидеральный пар – озимая пшеница – просо – картофель – горох – озимая пшеница – просо – картофель – горох – озимая рожь – гречиха – ячмень. Размещение делянок рендомизированное в 1 стационаре и систематическое – во втором; повторность четырёхкратная, учётная площадь в первом стационаре 17 м^2, во втором – 120 м^2. На втором стационаре изучались десять систем основной обработки почвы.

В современном мировом и российском земледелии преобладает тенденция его интенсификации за счёт биологических факторов, используя агрономическую, агрохимическую, энерго- и ресурсосберегающую роль зернобобовых культур, их симбиотическую фиксацию азота воздуха.

Симбиотический азот зернобобовых культур является не только одним из основных источников питания их самих, но он создаёт и реальные условия для улучшения не только азотного баланса в севооборотах с этими культурами, но и снижения потребности земледельца в минеральных, азотных и других удобрениях.

Учёт уровня симбиотической фиксации атмосферного азота (произведён методом сравнения в посевах гороха и овса) у гороха показал достоверную зависимость этого процесса от условий возделывания культуры. Наибольший уровень фиксации атмосферного азота у гороха складывался в благоприятном по погоде 1994 г. – 22,3…36,0%. Фосфорно-калийные удобрения во все годы наблюдений усиливали этот процесс, но особенно они способствовали накоплению азота в биомассе гороха в 1995 г. налицо проявляется защитная роль этих удобрений против неблагоприятных условий недостатка влаги и избытка тепла для гороха). Удобрения влияли также на уровень симбиотической фиксации горохом азота из воздуха (таблица 1).

Ценность гороха как предшественника определяется оставленными им в почве богатыми питательными веществами и легко минерализуемыми корневыми и пожнивными остатками, а в нашем опыте и заделываемой в почву соломой.

Исследования показали, что общая биомасса гороха (урожай + солома + корневые и пожнивные остатки) несколько уступает таковой у ячменя, но по содержанию в ней основных элементов питания вообще и азота в особенности имеет заметное превосходство. Это обстоятельство, а также более быстрая минерализация растительных остатков гороха по сравнению с ячменем обусловили лучший режим азотного питания озимой пшеницы, как после посева, так и в весенне-летний период интенсивного её роста и формирования урожая.

В среднем за три года последействие наибольшим было в варианте комплексного окультуривания (навоз + известь + фосфорно-калийное удобрение) равное 9,9 ц/га, что равноценно действию 50…60 кг/га д.в. минеральных удобрений, вносимых под озимую пшеницу, посеянную по зерновому предшественнику. Это позволяет экономить до 3 ц/га минеральных недешёвых азотных удобрений (таблица 2).

Выявлено, что содержание нитратного азота в пахотном слое почвы по основным фазам роста и развития озимой пшеницы по гороху находилось в зависимости от метеоусловий года, предшественника и внесенных удобрений. Наибольшим оно было в 1994 г., более благоприятном по метеоусловиям. В пахотном слое в 1994 г. на контроле его содержалось: в фазе кущения 38,4 кг/га, в фазе выхода в трубку – 46,8 кг/га, в фазе формирования зерна – 51,6 кг/га. В 1995 г. менее благоприятном, соответственно содержалось: 24,3; 19,5; 28,8 кг/га. По ячменю: эти показатели были соответственно ниже: в 1995 г. на 25%, 27% и 26%, а в 1994 г. – на 22%, 37% и 27%. Выравнивание влияния предшественников по этому признаку наблюдалось в вариантах, в которых вносились минеральные удобрения (табл. 2).

Положительное последействие симбиотического азота гороха прослеживается на следующих за озимой пшеницей культурах севооборота – просе, гречихе, ячмене.

Наличие в севообороте зернобобовых культур обеспечивает увеличение выхода сухого вещества основной продукции на единицу ресурса на 10…13%, способствует сокращению энергозатрат в сумме на единицу сухого вещества, на коэффициент использования энергии, накопленной в основной продукции на 11…14%, более чем в 20 раз сокращает затраты биогенной энергии почвы (гумуса и NPK). При этом внесенные органические удобрения дали практически одинаковый рост продуктивности и изменения всех показателей энергетической их оценки.

Фосфорно–калийные удобрения имели некоторое преимущество в севооборотах с зернобобовыми культурами, а азотные удобрения были на 14…25% эффективнее в севообороте без зернобобовых. В период с 1996 по 2000 г. выявлено положительное действие элементов комплексного окультуривания на продуктивность культур зернопаропропашного севооб-

орота и плодородие темно серой лесной почвы. Так, в среднем за три года урожайность ячменя по вариантам опыта колебалась от 22,4 до 40,8 ц/га; озимой пшеницы – 18,9…42,5 ц/га, гречихи – 15,4…20,6 ц/га. Фактор органических удобрений у гречихи дал прибавку 0,8 ц/га (4,0%), у ячменя – 2,7 ц/га (9%). Известковые удобрения у гречихи дали прибавку 0,6 ц/га (3%), у ячменя – 2 ц/га (7%). Фосфорно – калийные удобрения урожайность озимой пшеницы повысили на 7,7 ц/га (30%), гречихи – на 0,6 ц/га (3%), ячменя – на 1,8 ц/га (7%), азотно – фосфорно – калийные, соответственно: на 8,6 ц/га (34%), на 0,7…1,0 ц/га (5…6%), на 9,7…10,8 ц/га (38,42%). Положительное влияние внесения органических и минеральных удобрений, мелиорантов наблюдается и на сидератах.

Внесение в севообороте один раз за ротацию 80 т/га и 8,4 т/га извести, умеренных доз минеральных удобрений увеличивали содержание подвижного фосфора и обменного калия (по Кирсанову) соответственно на 2,0…6,9 мг/100 г почвы и на 4,8…5,6 мг/100 г почвы, реакция почвенной среды улучшалась и по полям составила 5,4…5,6.

Таким образом, на основе изучения влияния зернобобовых культур на плодородие почв в севообороте позволяет в корне пересмотреть концепцию комплекса развития земледелия: традиционно прямолинейную технологию его интенсификацию надо изменить использовать активную интенсификацию при разумном сочетании комплекса технологий и биологических приемов возделывания сельскохозяйственных культур направленных на повышение продуктивности и устойчивости агроценозов в отдельности и севооборотов (агроэкосистем) в целом, экологическую безопасность окружающей среды, воспроизводство плодородия почв и получение экологически чистой продукции. В эффективном развитии этой тенденции важное значение отводится зернобобовым культурам, которые имеют следующие основные направления их использования: зернобобовые культуры активно участвуют в формировании полноценного питания всех возрастов населения в качестве высокобелкового растительного сырья, имеющего сбалансированный набор незаменимых аминокислот и повышенным содержанием лизина; формируют для животноводства полноценные корма, сбалансированные по протеину; обладают высокой средообразующей ролью в земледелии; сохранением и воспроизводством плодородия почв в почвоведении. Это повышает продуктивность и устойчивость агроценозов, агроэкосистем, способствует развитию обстоятельно и достоверно обоснованных схем севооборотов.

Таблица 1. **Уровень симбиотической фиксации азота горохом из воздуха в зависимости от удобрений (первый стационар)**

Факторы опыта			Накоплено азота в биомассе гороха (кг/га)				В том числе фиксировано азота из воздуха (%)			
A органические удобрения	B известковые удобрения	C минеральные удобрения	1993 г.	1994 г.	1995 г.	ср. за 3 года	1993 г.	1994 г.	1995 г.	ср. за 3 года
Без удобрений	Без извести	без удобр.	181,0	191,3	88,2	153,5	43,9	54,8	22,3	40,3
		$P_{40}K_{40}$	205,8	215,4	106,8	176,0	46,2	56,0	36,0	46,1
	Известь по 1,0 Нг	без удобр.	196,7	203,4	109,8	169,7	41,6	46,9	27,0	38,3
		$P_{40}K_{40}$	209,2	205,4	111,0	175,2	46,7	50,1	29,6	42,0
Навоз 80 т/га	Без извести	без удобр.	200,0	221,0	106,2	175,9	39,8	46,2	26,2	37,4
		$P_{40}K_{40}$	222,4	226,0	125,3	191,2	48,3	52,8	34,5	45,2
	Известь по 1,0 Нг	без удобр.	192,0	210,2	117,7	173,3	36,5	42,9	33,1	37,5
		$P_{40}K_{40}$	212,8	235,0	135,1	194,3	40,5	47,7	37,8	42,0

Таблица 2. **Эффективность последействия биологического азота гороха в севообороте на озимую пшеницу, ц/га**

Факторы опыта			По гороху						По ячменю						При-бавка от гороха по факто-рам опыта
Ф-А	Ф-В	Ф-С				среднее за 3 года						среднее за 3 года			
Орга-нические удоб-рения	Извест-вест-ковые удоб-рения	Мине-раль-ные удоб-рения	1994 г	1995 г.	1996 г.	по вари-антам	по факторам		1994 г.	1995 г.	1996 г.	по вари-антам	по факторам		
							ц/га	кг/кг мин. азота					ц/га	кг/кг мин. азота	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Без удобрений	Без извести	Без удобр	32,7	32,6	27,7	31,0	A_1-38,1		26,4	24,6	19,2	22,9	A_1-31,8		A_1-6,3
		$P_{60}K_{60}$ фон	36,9	32,3	36,0	35,1	A_2-38,8		29,6	24,6	21,2	25,1	A_2-33,3		A_2-5,5
		Фон+ N_{50}	42,6	35,4	45,0	41,0	B_1-38,4		36,2	28,8	42,9	36,0	B_1 -31,7		B_1-6,7
		Фон+ N_{100}	43,8	37,3	47,8	43,1	B_2 -38,5		39,3	30,5	45,9	38,6	B_2 -33,4		B_2-5,1
	Известь по 1,0 Нг	Без удобр	36,0	33,0	28,0	32,3	C_1-33,9		28,0	25,4	18,5	24,0	C_1-26,4		C_1-7,5
		$P_{60}K_{60}$ фон	38,1	33,9	34,9	35,6	C_2-37,0		31,1	26,1	22,7	26,6	C_2-27,1		C_2-9,9
		Фон+ N_{50}	47,1	36,3	44,4	42,6	C_3-41,1	8,2	41,6	32,9	40,8	38,4	C_3-37,2	20,2	C_3-3,9
		Фон+ N_{100}	50,0	36,4	45,0	43,8	C_4-41,9	4,9	42,1	36,4	49,7	42,7	C_4-41,1	14,0	C_4-0,8

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Навоз 80 т/га	Без извести	Без удобр	40,5	34,1	31,9	35,5			29,6	26,0	20,2	25,3			
		$P_{60}K_{60}$ фон	43,3	34,4	40,1	39,3			29,9	27,9	24,4	27,4			
		Фон+ N_{50}	43,4	36,1	43,9	41,1			36,1	31,2	42,9	36,7			
		Фон+ N_{100}	41,3	36,4	44,9	40,9			40,1	33,5	51,3	41,6			
	Известь по 1,0 Нг	Без удобр	43,8	34,0	32,7	36,8			31,4	28,2	21,5	27,0			
		$P_{60}K_{60}$ фон	43,7	33,2	37,0	38,0			33,2	29,6	25,4	29,4			
		Фон+ N_{50}	42,1	33,8	42,6	39,5			37,2	34,3	41,0	37,5			
		Фон+ N_{100}	43,3	34,8	40,8	39,6			38,7	37,5	48,5	41,6			
НСР $_{095}$ по фактор-ам опыта (ц/га)	A, B		1,1	1,7	1,08				1,3	1,6	0,80				
	C, AB		1,5	2,2	1,53				1,8	2,0	1,06				
	AC BC		1,2	2,6	2,16				2,6	2,3	1,49				
	ABC		3,1	4,1	3,06				3,6	3,9	2,12				

ВЛИЯНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ МОДИФИЦИРОВАННЫХ КОМПОСТОВ НА АГРОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПОЧВЫ, МАКРОЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР И ИХ УРОЖАЙНОСТЬ

В.А. Касатиков, Н.П. Шабардина, С. Рауэлиаривуни
ГНУ ВНИИОУ Россельхозакадемии, г. Владимир, victor@kasaticov.elcom.ru

Изучение возможности использования микробиологических препаратов при компостировании ОСВ, разработка оптимальных технологий применения полученных нетрадиционных удобрений должны сопровождаться комплексными агробиологическими и экологическими исследованиями, которые позволят оценить их влияние на продуктивность агроценоза, качество и безопасность растениеводческой продукции, агробиологические и экологические свойства почвы. В связи с этим целью наших исследований является изучение агробиологических изменений, протекающих в дерново-подзолистой супесчаной почве при действии компостов, полученных с использованием ряда микробиологических препаратов. Предыдущие исследования по данной теме рассмотрены ранее [1, 2].

Исследования проводили в 2-х полях мелкоделяночного опыта на дерново-подзолистой супесчаной почве опытного поля ВНИИОУ. В пахотном слое 0-20 см поле 1 содержание гумуса в среднем составило 1,3 %, pH_{KCL} – 6,1, содержание подвижного фосфора – 25,8 мг/100 г, калия – 27,6 мг/100 г. В слое 0-20 см поле 2 содержание гумуса достигало в среднем 1,1 %, pH_{KCL} – 6,4, P_2O_5 – 9 мг/100 г, K_2O – 13 мг/100 г почвы.

В качестве органических удобрений использовали аэробностабилизированный осадок сточных вод с очистных сооружений г. Владимира и 3 вида компостов из смеси ОСВ и опилок: 1) произведены традиционным способом на открытой площадке компостирования (компост без добавок); 2) компост с использованием при компостировании микробиологического препарата Баркон; 3) компост с использованием при компостировании микробиологического препарата Биофорс. В таблице 1 представлена агрохимическая характеристика удобрений.

В соответствии с данными, приведенными в таблице 1 компосты из ОСВ и опилок, приготовленные с добавлением микробиологических препаратов, отличались от исходного ОСВ пониженным содержанием азота общего. Введение микробиологических добавок при приготовлении компостов способствовало повышению численности основных групп микроорганизмов.

Исследования подвижных форм макроэлементов по фазам вегетации озимой пшеницы показали, что содержание $N\text{-}NO_3$ в фазу всходов в сравнении с контрольным вариантом увеличивалось на 34-65 % и было максимальной на варианте с применением компоста с Барконом 26,2 мг/кг.

Из-за низкой влажности почвы в фазы осеннего кущения (7-9 %) и выхода в трубку (4,9-5,6 %) содержание этой формы азота было незначительным или не обнаруживалась. Нитрификация затухала и вновь выровнялась в фазу колошения. В фазу колошения содержание $N\text{-}NO_3$ на вариантах с компостами было ниже, чем в контрольном варианте и варианте с ОСВ, что объясняется более интенсивным использованием $N\text{-}NO_3$ биомассой растений.

Таблица 1. **Агрохимическая характеристика удобрений (на сухое в-во)**

Вариант	Влажность	Зольность	pH_{KCL}	Содержание общих форм, %			Содержание подвижных форм, мг/100 г		
	%			N	P_2O_5	K_2O	$N_{нитр.}$	P_2O_5	K_2O
Под озимую пшеницу (в 2010 г.)									
ОСВ	75	34,6	6,5	2,50	2,40	0,36	4,4	1905	158
Компост без добавок	75	32,8	7,0	1,38	2,84	0,29	4,8	1904	169
Компост с Барконом	69	32,9	7,0	1,32	2,76	0,32	4,4	1579	142
Компост с Биофорсом	76	34,4	7,0	1,45	2,76	0,34	9,0	1661	159
Под тритикале (в 2011 г.)									
ОСВ	75	36,3	6,9	2,58	2,70	0,47	57	2464	169
Компост без добавок	77	34,0	6,7	2,13	2,56	0,37	87	1697	182
Компост с Барконом	69	34,5	6,7	1,96	2,84	0,36	67	2041	123
Компост с Биофорсом	77	34,3	6,7	2,03	2,24	0,32	61	1690	164

Суммарные запасы минерального азота в пахотном слое почвы в течение вегетационного периода тритикале достигали максимума в варианте с ОСВ (табл. 2). Данная зависимость имела место во все фазы развития озимой пшеницы и объясняется повышенным содержанием $N_{общ.}$ в исходном ОСВ.

Целлюлозолитическая активность изучаемых компостов оценивали по степени разложения фильтрованной бумаги. Результаты показали, что наибольшая степень разложения целлюлозы была на варианте с использованием компоста с Биофорсом – 38,9 % (контроль 11,4 %), наименьшая в варианте компоста без добавок 14,6 %, на варианте с ОСВ и компоста с Барконом – 27,7 %.

На физико-химические показатели почвы опыта с озимой пшеницей внесение ОСВ и компостов оказало определенное влияние, сравнимое с действием исходного ОСВ. В связи с этим содержание $P_2O_{5подв.}$ возросло

на 8 мг/100 г., на варианте с ОСВ и на 5 мг на вариантах с внесением компостов. Содержание K_2O изменилось в небольшой степени (табл. 3). Особо следует отметить увеличение содержания $C_{общ.}$ в вариантах с применением компостов с микробиологическими добавками. Так в варианте с использованием компоста с Биофорсом содержание $C_{общ.}$ возросло на 0,279 %. Данная зависимость обусловлена более интенсивно гумификацией органического вещества компостов с изучаемыми микробиологическими добавками и проявляется в большей степени при осеннем внесении компостов.

Таблица 2. **Запасы $N_{мин.ф.}$ в пахотном слое почвы под тритикале, кг/га**

Вариант	Фазы развития			
	всходы	кущение	выход в трубку	колошение
Контроль	23	2	2	5
ОСВ 30 т/га	71	14	8	12
Компост без добавок 30 т/га	35	8	4	5
Компост с Барконом 30 т/га	37	6	3	6
Компост с Биофорсом 30 т/га	39	5	4	6

Таблица 3. **Влияние компостов на основе ОСВ с микробиологическими добавками на агрохимические свойства пахотного слоя почвы, озимая пшеница**

Вариант	pH_{KCL}	$H_{гидр.}$	Sn.o. (Ca + Mg)	E	V, %	P_2O_5	K_2O	$C_{общ.}$, %
		мг.-экв./100 г				мг/100 г		
Контроль	6,1	0,50	6,00	6,50	92,3	26	25,6	0,834
	6,1	0,54	5,00	5,56	90	23,0	26,2	0,824
ОСВ 30 т/га	6,1	0,49	5,58	6,35	92	22	28,0	0,767
	6,2	0,76	5,50	6,26	88	35	27,8	0,848
Компост без добавок 30 т/га	6,2	0,49	5,57	6,16	92	21	28,2	0,664
	6,2	0,69	5,78	6,47	89	34	28,4	0,735
Компост с Барконом 30 т/га	6,2	0,48	5,74	5,91	92	30	29,0	0,854
	6,3	0,68	5,58	6,26	89	49	29,5	1,026
Компост с Биофорсом 30 т/га	6,2	0,43	5,63	6,06	93	30	27,3	0,766
	6,4	0,56	5,67	6,23	91	36	28,4	1,045

Примечание: над чертой – до закладки опыта, 2010 г.
под чертой – после уборки озимой пшеницы, 2011 г.

В таблице 4 приведены данные по влиянию компостов в сравнении с ОСВ на урожайность зерновых культур.

Таблица 4. **Влияние компостов на основе ОСВ на урожайность зерновых культур**

Варианты	Озимая пшеница			Тритикале		
	Урожай зерна г/м^2	Прибавка		Урожай зерна, г/м^2	Прибавка	
		г/м^2	%		г/м^2	%
Контроль	246	-	-	112	-	-
ОСВ 30 т/га	352	106	43	169	57	51
Компост без добавок 30 т/га	359	113	46	173	61	54
Компост с Барконом 30 т/га	340	94	38	170	58	52
Компост с Биофорсом 30 т/га	336	90	37	165	53	47
$НСР_{05}$, ц/га	29,4	-	-	15,2		
Р, %	3	-	-	3		

В соответствии с полученными данными применение ОСВ и компостов на его основе обеспечило существенную достоверную разницу урожая в сравнении с контролем, равную 37-43%. При этом достоверной разницы между вариантами с органическими удобрениями не выявлено. Более высокий уровень урожая озимой пшеницы получен в варианте с ОСВ, исходным компостом, а для тритикале – также и при использовании компоста с Барконом. Данная зависимость обусловлена очевидно более высокой доступностью азота в составе данных удобрений.

Внесение ОСВ и компостов оказывало положительное влияние на качественные показатели зерновых культур. Химический анализ растений не выявил заметного влияния компостов, кроме исходного ОСВ на содержание азота в зерне и соломе озимой пшеницы. На вариантах с применением компостов содержание N было ниже чем в контроле, что очевидно связано с эффектом ростового разбавления. В то же время под действием компостов и ОСВ существенно возрастало содержание P_2O_5 в зерне и соломе озимой пшеницы и в меньшей степени - содержание K_2O. При этом коэффициент использования K_2O из удобрений составил 57-79 %. Для ярового тритикале при весеннем внесении удобрений выявлено более активное положительное влияние компостов на содержание макроэлементов, в первую очередь азота и фосфора, в зерне, что сказалось на содержании в нем сырого белка.

Таким образом, в результате исследований выявлено, что добавление микробиологических препаратов Баркон, Биофорс при компостировании ОСВ с опилками ускоряет данный процесс и обеспечивает получение компоста с оптимизированным содержанием азота, фосфора и органического вещества. Действие компостов, вносимых в дозе 30 т/га, способству-

ет повышению $pH_{сол.}$ на 0,1-0,2 ед., P_2O_5 на 60 %, а $C_{орг.}$ – на 20-40 отн. % при осеннем внесении и 2- 17,5 % - при весеннем внесении. В условиях осеннего внесения компостов выявлено их более эффективное влияние на динамику подвижных форм азота в почве в сравнении с весенним внесением в отсутствии достоверных различий между действием исходного компоста и компоста с микробиологическими добавками на азотный режим почвы. Действие как осеннего, так и весеннего внесения компостов, способствовало росту урожайности оз. пшеницы на 37-46 %, а тритикале – на 47-54%. Использование микробиологических добавок при производстве компостов снижало их агрономическую эффективность на 7-8 % за счет очевидно более пролонгированного их действия.

Литература

1. В.А. Касатиков, В.А. Раскатов, Н.П. Шабардина. Влияние микробиологических деструкторов лигнинсодержащих отходов на процесс компостирования смеси осадка городских сточных вод и опилок. Доклады ТСХА выпуск 282, 2010 г., стр. 803-806.

2. В.А. Касатиков, Н.П. Шабардина, С. Рауэлиаривуни. Влияние биологически модифицированных компостов на макро - и микроэлементный состав зерновых культур и их урожайность. Сб. докладов Белгородского НИИСХ, 2012 г.

ПРИЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕТРАДИЦИОННЫХ УДОБРЕНИЙ, ПОЛУЧАЕМЫХ ПУТЕМ БИОКОНВЕРСИИ ОРГАНИЧЕСКОГО СЫРЬЯ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

Н.Г. Ковалев[1], И.Н. Барановский[2]

[1] *ГНУ ВНИИМЗ Россельхозакадемии, г. Тверь, vniimz@list.ru*

[2] *Тверская Государственная сельскохозяйственная академия, г. Тверь, 110@tvcom.ru*

Органические субстраты вообще и особенно органические удобрения играют исключительно большую роль в поддержании и воспроизводстве плодородия дерново-подзолистых почв. О влиянии непосредственно органических удобрений на свойства почвы имеется большая литература [1, 2, 3].

Анализ свидетельствует о том, что традиционные виды таких удобрений, типа обычного навоза, помета, торфа и производимых на его основе компостов не всегда эффективны. Это связано с высокими дозами внесения их в почву и соответственно большими затратами, малой концентрацией питательных веществ, содержанием огромного количества жиз-

неспособных семян сорных растений, часто медленной трансформацией в почве, низкой окупаемостью полученной прибавкой урожая и другими причинами.

Гораздо эффективнее зарекомендовали себя удобрения, получаемые в процессе биоконверсии органического сырья. Одним из наиболее востребованных видов таких удобрений является компост многоцелевого назначения (КМН). Выполненные полевые исследования с ним показали его высокую удобрительную ценность [4, 5]. Наиболее рентабельными оказались дозы внесения в переделах от 8 до 15 т/га при разовом использовании в звене севооборота.

В большинстве исследований заделка биокомпоста в почву осуществлялась под плуг и при относительно малых дозах внесения возделываемые растения не всегда могли на ранних этапах своего роста и развития в полной мере ощущать положительное воздействие КМН. Как известно, удобрения требуется вносить в почву так, чтобы они в наибольшей степени были доступны для растений в течение вегетационного периода, т.е. находились в зоне корневой системы, способствовали росту и развитию растений, при этом минимально фиксировались почвой.

Исследования по выявлению эффективности разных способов заделки в почву КМН проводились на дерново-подзолистых почвах среднего уровня плодородия. Удобрительную ценность биокомпоста сравнивали с эквивалентным по содержанию NPK количеством минеральных туков. Удобрения заделывали в почву плугом на 20-22 см, тяжелой дисковой бороной на 16-18 см и обычной зубовой бороной на 5-6 см. Опыт был заложен осенью 2007 г., на нем последовательно возделывались культуры: озимую рожь, ячмень и вико-овсяную смесь на зеленый корм.

За три года проведения исследований удобрения и разная глубина заделки их в почву оказали не одинаковое влияние на содержание органического вещества в перегнойном слое (табл.1). Если рассматривать влияние биокомпост, то наибольшее количество, как процентного содержания органического вещества, так и его запасов наблюдалось в почве вариантов с заделкой удобрения БДТ. Меньше всего эти показатели возрастали при использовании бороны. По-видимому, это связано с тем, что заделка биокомпоста БДТ позволяет достичь более полного (объемного) контакта его с минеральной частью почвы, при котором он оказывает большее влияние на дополнительное формирование в почве органического вещества.

Минеральные удобрения также способствовали накоплению в почве перегноя за счет оказываемого ими влияния на образование большего количества пожнивно-корневых остатков, остающихся на поле после уборки культур. Правда, в абсолютном сравнении с биокомпостом это не сопоставимо. Отдельные частицы биокомпоста являются как бы матрицей, на которой происходит формирование (закрепление) образующихся в поч-

ве гумусовых соединений, что отсутствует на фоне внесенных минеральных солей.

Таблица 1. **Влияние способов заделки удобрений на содержание и запасы органического вещества в почве, осень соответствующего года в слое 0-20 см**

Вариант опыта	Содержание С орган. вещества, %				Запасы орган. в-ва, т/га	
	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2010г. ± к исход.	2010 г.	2010 г. ± к исход.
1. Контроль	1,23	1,22	1,23	-0,01	33,21	-0,27
2. КМН под вспашку	1,42	1,39	1,40	+0,16	37,80	+4,32
3. NPK под вспашку	1,28	1,27	1,29	+0,05	34,83	+1,35
4. КМН под дисковую борону	1,44	1,41	1,41	+0,17	38,07	+4,59
5. NPK под дисков. борону	1,29	1,27	1,29	+0,05	34,83	+1,35
6. КМН под зиг-заг	1,39	1,38	1,38	+0,14	37,26	+3,78
7. NPK под зиг-заг	1,26	1,26	1,27	+0,03	34,29	+0,81

Внесенные удобрения и способы их заделки в почву по-разному изменили состав органического вещества почвы (табл. 2).

Таблица 2. **Изменение состава органического вещества почвы в конце второго года действия удобрений, % от общего содержания С, 2009 г.**

Вариант опыта	Гуминовые кислоты		Фульвокислоты		$\frac{С\ ГК}{С\ ФК}$	С-негидролизуемого остатка
	1-я фракция	Сумма фракций (1-3)	1а+1	Сумма Фракций (1а+1-3)		
1	12,5	34,6	17,8	41,2	0,84	24,2
2	15,0	37,4	18,0	38,6	0,97	24,0
3	13,1	35,0	18,5	39,8	0,88	25,2
4	15,7	38,5	18,7	38,1	1,01	23,4
5	13,8	34,9	17,9	39,2	0,89	25,9
6	15,2	37,2	17,2	39,2	0,95	23,6
7	13,5	35,2	18,3	40,1	0,86	26,3

В конце второго года их действия на фоне всех удобренных вариантов общее количество гуминовых кислот превышало контроль на 0,3-3,9%. Минеральные удобрения лишь незначительно увеличили их количе-

ство, тогда как биокомпост более заметно. Наибольшая прибавка ГК наблюдалась в почве с заделкой биокомпоста БДТ. Полученные показатели по фракционному составу органического вещества свидетельствуют о том, что в процессе трансформации удобрений в основном возрастает содержание ГК первой фракции, слабо связанной с минеральной частью почвы, которая в последующем подвергается минерализации. В почве всех вариантов с КМН оказалось более широким отношение ГК:ФК (0,95-1,01), тогда как минеральные удобрения состав перегноя почвы улучшают весьма незначительно.

Исследуемые удобрения оказали не одинаковое влияние и на выраженность физических показателей почвы пахотного слоя. Биологически активный компост КМН в сравнении с минеральными удобрениями заметно снижает плотность дерново-подзолистой почвы. Что касается способа заделки его в почву, то по данным второго года действия удобрений, когда почва подвергалась вспашке, и произошло перемешивание отдельных слоев перегнойного горизонта, сколько-нибудь достоверных различий между вариантами с КМН не наблюдалось (табл. 3).

Таблица 3. **Влияние видов удобрений и способов их заделки на плотность (г/м^3) сложения пахотного слоя дерново-подзолистой супесчаной почвы, сентябрь 2009 г.**

Вариант опыта	Глубина, см	3.06	3.07	3.08	Среднее по повтор.	Среднее по горизонту
Контроль	0-10	1,29	1,33	1,35	1,32	1,43
	10-20	1,54	1,53	1,55	1,54	
КМН под вспашку	0-10	1,12	1,27	1,29	1,22	1,37
	10-20	1,50	1,56	1,50	1,52	
NPK под вспашку	0-10	1,19	1,35	1,31	1,28	1,40
	10-20	1,52	1,54	1,54	1,53	
КМН под дисковую борону	0-10	1,26	1,27	1,33	1,28	1,35
	10-20	1,41	1,40	1,49	1,43	
NPK под дисковую борону	0-10	1,28	1,30	1,35	1,31	1,40
	10-20	1,48	1,48	1,56	1,50	
КМН под зиг-заг	0-10	1,20	1,28	1,27	1,25	1,35
	10-20	1,45	1,50	1,39	1,45	
NPK под зиг-заг	0-10	1,25	1,34	1,30	1,29	1,40
	10-20	1,52	1,51	1,50	1,51	

Чрезвычайно важное значение в агрономическом плане для мелиорируемых дерново-подзолистых почв имеет выраженность их агрегатного

состава. От этого во многом зависит их фильтрационная способность и как следствие «срабатывание» избыточной влаги из корнеобитаемого слоя почвы весной в период таяния снега, а также летом, когда выпадает избыточное количество осадков в виде дождя.

Выполненное определение ее в конце второго года трансформации удобрений показало, что на всех вариантах с КМН произошло существенное снижение распыленной части почвы (табл. 4).

Таблица 4. **Влияние видов удобрений и способов их заделки на агрегатный состав пахотного слоя дерново-подзолистой супесчаной почвы, сухой просев, сентябрь 2009 г.**

Вариант опыта	Размер частиц, мм					К ст.
	>10	10-5	5-1	1-0,25	<0,25	
Контроль	19,4	8,4	27,4	14,2	30,6	1,00
КМН под вспашку	17,5	8,2	36,1	15,7	22,5	1,50
NPK под вспашку	18,6	9,0	30,3	13,8	28,3	1,13
КМН под дисковую борону	16,2	7,4	38,5	16,8	21,1	1,68
NPK под дисков. борону	18,2	8,6	31,5	13,3	28,7	1,13
КМН под зиг-заг	16,4	7,8	36,4	15,2	24,2	1,46
NPK под зиг-заг	18,9	9,2	30,4	14,0	27,5	1,15

Если на контроле количество агрегатов размером менее 0,25 мм составило 30,6%, то в почве с минеральными удобрениями оно колебалось от 27,5 до 28,7%, а на фоне КМН снизилось до 21,1-24,2%. Это свидетельствует о том, что в процессе трансформации биокомпоста образуются свежие гумусовые кислоты, оказывающие агрегатирующее влияние на почву. В сравнительном отношении наибольшее снижение распыленных агрегатов произошло при внесении КМН под дисковую борону.

Формирование в почве более крупных агрегатов на фоне биокомпоста, и особенно при его заделке БДТ полностью коррелирует с образованием на этих вариантах большего количества органического вещества. Это свидетельствует о том, что в производственных условиях важно учитывать не только то, что биокомпост по своему влиянию на улучшение целого ряда свойств почвы превосходит минеральные удобрения, но и следует выявлять наиболее оптимальные способы заделки его в почву.

Полученная на опыте урожайность представлена в таблице 5. В год прямого действия удобрений самую высокую прибавку урожая обеспечило внесение КМН под дисковую борону, а также минеральные удоб-

рения в эквивалентном по NPK их содержанию в 15 т/га КМН. На втором месте по эффективности оказалась заделка удобрений под плуг, а минимальная прибавка урожая получена при использовании зубовой бороны.

Таблица 5. **Влияние способов заделки в почву удобрений на урожайность возделываемых культур**

№ п/п	Вариант опыта	2008 г. озимая рожь, т/га	2009 г. ячмень, т/га	2010 г. вико-овсяная смесь, т/га	В среднем за 3 года т/га зерн. ед.	Прибавка	
						т/га зерн. ед.	%
1	Контроль	3,03	2,84	9,66	2,47	-	
2	КМН 15 т/га под плуг	6,67	3,73	15,9	4,31	1,84	74,5
3	NPK под плуг	4,23	4,09	13,86	3,51	1,56	63,1
4	КМН 15 т/га под дисковую борону	6,94	3,81	17,94	4,54	2,07	83,8
5	NPK под дисковую борону	7,48	3,72	13,5	4,45	1,98	80,1
6	КМН 15 т/га под зубовую борону	5,18	3,66	15,99	3,79	1,32	53,4
7	NPK под зубов. борону	3,44	3,95	12,48	3,13	0,6	26,7
НСР 0,05 т/га		0,28	0,24	1,89	0,37	-	-

На второй год проведения опыта, когда почва подверглась перепашке, и произошло перемешивание внесенных удобрений во всей толще пахотного слоя, влияние способов их заделки практически нивелировалось. Полученная урожайность на всех вариантам, за исключением контрольного, лишь незначительно отличалась между собой. На третий год трансформации внесенных удобрений, когда на опыте возделывались однолетние на зеленый корм, из всех способов заделки КМН в почву преимущество имела дисковая борона. На этом фоне урожайность составила 17,94 т/га зеленой массы, а прибавка к контролю достигла 83,8%. Одновременно следует отметить, что вегетационный период 2010 г. характеризовался крайне засушливой погодой, начиная с конца июня и в течение всего июля.

Нами рассчитана окупаемость исследуемых удобрений полученной прибавкой урожая (табл. 6). Наибольшая окупаемость 1 кг NPK удобрений выявлена при заделке биокомпоста тяжелой дисковой бороной (9,6

кг зерн. ед.) и гораздо меньшая при его заделке зубовой бороной (6,1 кг зерн. ед.).

Таблица 6. **Окупаемость удобрений прибавкой урожая за ротацию звена севооборота**

Вариант опыта	Внесено в почву каждого удобренного варианта	Суммарная прибавка урожая за 3 года, т/га зерн. ед.	Окупаемость 1 кг NPK в кг зерн. ед.	Окупаемость 1 т физ. массы биокомпоста, кг
КМН 15 т/га под плуг	NPK в сумме 646 кг/га, в том числе: $N_{273}P_{204}K_{169}$	5,5,2	8,5	368
NPK под плуг		4,68	7,2	-
КМН 15 т/га под дисковую борону		6,21	9,6	414
NPK под дисковую борону		5,94	9,2	-
КМН 15 т/га под зубовую борону		3,96	6,1	264
NPK под зубов. борону		1,98	3,1	-

Таким образом, полученные в опыте показатели свидетельствуют, что в целом за три года его проведения, биокомпост при всех способах заделки в почву превзошел эквивалентные по NPK дозы минеральных удобрений. Связано это с тем, что в его составе находятся не только питательные вещества в виде азота, фосфора, калия и других элементов, но и с наличием активных гумусовых соединений. Последние, будучи биологически активными образованиями, способны оказывать влияние на мобилизацию элементов питания из почвенных запасов.

Наилучшим способом заделки биокомпоста в почву на старопахотных землях оказалось его перемешивание тяжелой дисковой бороной на глубину 16-18 см. При таком способе полученная прибавка урожая превысила заделку КМН обычной зубовой бороной на 30,4%, а по сравнению с внесением его под плуг на 9,3%.

Литература

1. Ковалев, Н.Г. Органические удобрения в XXI веке (биоконвертация органического сырья) / Н.Г. Ковалев, И.Н. Барановский. –Тверь: ЧуДо, 2006. -302 с.

2. Минеев, В.Г. Органическое удобрение в интенсивном земледелии /В.Г. Минеев, В.А. Васильев, И.И. Лукьяненков, И.И. – М.: Колос, 1984.– 302 с.

3. Сдобников, С.С. Влияние органического удобрения и способов его заделки на плодородие дерново-подзолистой почвы и урожай культур / С.С. Сдобников, И.Г. Мельцаев // Агрохимия. -1998. -№2. -С.27-30

4. Трешкин, И.А. Влияние органических компостов на содержание и состав перегноя в почве, урожайность и качество растительной продукции / И.А. Трешкин // Сб.: Достижение устойчивого развития сельскохозяйственного производства Верхневолжья в 21 веке. – Тверь: ТГСХА.- 2000.- 50 с.

5. Смирнова, О.В. Сравнительное влияние традиционных органических удобрений и биогумуса на плодородие дерново-подзолистых почв и продуктивность зернопропашного звена севооборота Центрального Нечерноземья / О.В.Смирнова// Автореф. дис. канд. с.-х. наук. – Тверь, ТГСХА.- 2005.-22 с.

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ПАРОВ НА СОДЕРЖАНИЕ ГУМУСА В ПОЧВЕ В УСЛОВИЯХ НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Н.А. Комарова

ГНУ Нижегородский НИИСХ Россельхозакадемии, nnovniish@rambler.ru

Важнейший показатель плодородия почвы - это содержание в ней гумуса, который оказывает значительное влияние на водный и воздушный режимы почвы, ее физические свойства, биологическую активность, уменьшает вредное воздействие на растения пестицидов, тяжелых металлов [1, 2, 3]. Лишь при оптимальном гумусовом состоянии почв возможна реализация эффективных средств интенсификации земледелия и потенциальных возможностей сортов различных сельскохозяйственных культур. Являясь основным «поставщиком» почвенного азота для растений гумус, при его достаточном количестве в почве, позволяет значительно снизить потребность в азотных минеральных удобрениях без существенного снижения урожайности сельскохозяйственных культур, обеспечивая тем самым получение более дешевой продукции [4, 5].

Использование зелёных удобрений оказывает заметное влияние на повышение содержание в почве гумуса. Однако единого мнения о роли сидератов в накоплении гумуса нет. В части экспериментов отмечается, что зелёное удобрение лишь поддерживает содержание гумуса на достигнутом уровне [6, 7]. В то же время имеется немало работ, указывающих на заметные количественные и качественные изменения гумусового состояния почвы [8, 9]. Эффективность сидерации во многом зависит от дозы

внесения, кратности приёма, типа севооборота и др. При однократном внесении небольшого количества биомассы люпина или при запашке зелёной массы без корней существенных изменений в содержании гумуса не происходит[6, 9]. Так от запашки менее 20 т/га зелёной массы люпина никакого увеличения гумусного состояния не выявлено, при периодическом внесении не менее 7 т/га сухой биомассы люпина наблюдается стабилизация уровня содержания гумуса и тенденция к его повышению.

С 1997 года на опытном поле Нижегородского НИИСХ ведутся исследования по изучению эффективности сидеральных паров из многолетних бобовых культур в короткоротационных севооборотах со следующим чередованием культур: 1- ячмень с подсевом многолетних бобовых культур; 2 – пар (сидеральный, занятый, чистый); 3 – озимая или яровая пшеница; 4 – овес. Сидеральные культуры - клевер луговой (раннеспелый, сорт Трио), люпин многолетний (семена рядовые). Парозанимающие культуры - клевер луговой, однолетние травы – викоовсяная смесь. Чистый пар с навозом (40 т/га) и без навоза. Исследования проводятся на двух фонах минерального питания - $P_{90}K_{90}$ и $N_{60}P_{90}K_{90}$ в двух закладках. Начало первой закладки - 1997 год. Начало второй закладки - 1999 год. Почва опытного участка светло-серая лесная, среднесуглинистая; pH – 5,6 – 5,0; Hr – 3,7 – 3,4 мг-экв. на 100 г. почвы; P_2O_5 – 225 и K_2O – 133 -106 мг/кг почвы (по Кирсанову); гумус – 1,6 –1,5 %. Технология возделывания культур в севообороте общепринятая для Нижегородской области. Опыты закладываются в 4-х кратном повторении при систематическом расположении делянок. Используемые удобрения: хлористый калий, аммиачная селитра, обогащенный простой гранулированный суперфосфат (26 % P_2O_5). Все наблюдения и анализы велись по двум несмежным повторениям.

Многолетний люпин и клевер луговой высеваются под покров яровых зерновых культур сеялкой СЗТ-3,6. Многолетний люпин до фазы сизых бобиков и запахивается в сидеральном пару под яровые зерновые культуры. Клевер луговой запахивается в фазе цветения в сидеральном пару, а также используется как парозанимающая культура, с запашкой отавы и пожнивно-корневых остатков.

Результаты наших исследований показывают, что при запашке сидеральных культур (люпина многолетнего и клевера лугового) в почву поступило сухой органической массы 8,1 - 15,3 и от 6,9 - 13,9 т/га соответственно, что способствовало увеличению содержания гумуса в почве по этим парам по сравнению с чистым паром без навоза под первой культурой после паров – пшеницей.

Так по сидеральному люпиновому пару содержание гумуса под яровой пшеницей повысилось в первой закладке опыта в среднем за три ротации севооборота на 0,15% по сравнению с содержанием гумуса до закладки (табл.1). Под озимой пшеницей в среднем за две ротации на

0,34% соответственно. Корреляционный анализ показал высокую связь между содержанием гумуса и количеством запаханного органического вещества. По яровой пшенице коэффициент корреляции 0,87, по озимой 0,83.

Таблица 1. **Содержание гумуса в почве под первой культурой после паров, %**

Пшеница	Год	Чистый пар		Сидеральный пар		Занятый пар		$НСР_{05}$
		без навоза	с навозом 40 т/га	люпиновый	клеверный	викоовсяный	клеверный	
первая закладка (1997 г.)								
яровая	1999	1,43	1,98	1,90	1,61	1,55	1,55	Fэ<Fт
	2003	1,52	1,74	1,68	1,53	1,65	1,57	Fэ<Fт
	2007	1,45	1,76	1,67	1,70	1,58	1,52	0,05
озимая	2007	1,52	1,50	1,60	1,72	1,65	1,56	0,15
вторая закладка (1999 г.)								
яровая	2009	1,77	1,98	1,76	1,77	1,75	1,87	0,16
озимая	2001	1,76	1,78	2,15	2,03	1,85	2,06	0,13
	2005	1,46	1,59	1,54	1,63	1,57	1,65	Fэ<Fт

По клеверному сидеральному пару увеличение содержания гумуса в почве наблюдается в меньшей степени – на 0,15% под яровой пшеницей и на 0,22% под озимой (табл.1).

Положительное влияние запашки органической массы люпина многолетнего и клевера лугового было отмечено в почве и под овсом – второй культурой после паров. Содержание гумуса по этим парам превышало его значение по чистому пару без навоза на 0,12 и 0,13% в первой закладке, 0,35 и 0,31% во второй закладке и было равно содержанию по чистому унавоженному пару (табл.2).

Корреляционная связь между запаханной массой люпина многолетнего и клевера лугового и содержанием гумуса в почве под овсом значительно слабее. Коэффициент корреляции – 0,52 и 0,46 в первой закладке, 0,05 и 0,03 во второй соответственно.

В среднем за три ротации севооборота содержание гумуса повысилось по сравнению с исходным по сидеральными люпиновым и клеверным парами на 0,08 и 0,07% в первой закладке и на 0,21 и 0,23% во второй (табл. 3).

Таблица 2. **Содержание гумуса в почве под второй культурой после паров, %**

Культура	Год	Чистый пар		Сидеральный пар		Занятый пар		$НСР_{05}$
		без навоза	с навозом 40 т/га	люпиновый	клевер-ный	викоовсяный	клевер ный	
первая закладка (1997 г.)								
овёс	2000	1,65	1,76	1,67	1,76	1,78	1,85	Fэ<Fт
	2004	1,55	1,76	1,78	1,77	1,65	1,71	Fэ<Fт
	2008	1,48	1,52	1,58	1,55	1,49	1,50	Fэ<Fт
вторая закладка (1999 г.)								
овёс	2002	1,45	1,91	2,09	2,13	1,47	1,71	Fэ<Fт
	2006	1,39	1,76	1,60	1,55	1,69	1,51	Fэ<Fт
	2010	1,78	1,88	1,97	1,87	1,81	1,98	Fэ<Fт

Таблица 3. **Содержание гумуса в почве в среднем за три ротации по двум закладкам севооборота, %**

Культура		Чистый пар		Сидеральный пар		Занятый пар		$НСР_{05}$
		без навоза	с навозом 40 т/га	люпиновый	клевер ный	викоовсяный	клевер ный	
1-я закладка								
озимая пшеница		1,52	1,50	1,60	1,72	1,65	1,56	0,15
яровая пшеница		1,46	1,83	1,75	1,61	1,59	1,55	0,17
овёс		1,56	1,68	1,68	1,69	1,64	1,69	Fэ<Fт
среднее	*1,60**	*1,51*	*1,67*	*1,67*	*1,67*	*1,63*	*1,60*	*0,16*
2-я закладка								
озимая пшеница		1,61	1,68	1,84	1,83	1,71	1,85	Fэ<Fт
яровая пшеница		1,77	1,98	1,76	1,77	1,75	1,87	0,16
овёс		1,54	1,85	1,89	1,85	1,66	1,73	Fэ<Fт
среднее	*1,50**	*1,64*	*1,84*	*1,83*	*1,82*	*1,71*	*1,82*	*0,17*

* - содержание гумуса до закладки опыта

Запахивание отавы и пожнивно-корневых остатков клевера лугового и викоовсяной смеси в количестве 4,0 – 5,7 и 0,93 – 1,77 т/га в сухом веществе привело к увеличению содержания гумуса в почве в среднем как под яровой, так и под озимой пшеницей по сравнению с чистым паром без навоза на 0,09 и 0,13; 0,24 и 0,10 соответственно (табл.1). Отмечается тенденция увеличения содержания гумуса в почве под овсом (табл. 2).

В среднем за три ротации севооборота содержание гумуса в первой закладке осталось на прежнем уровне, во второй повысилось на 0,32% при запашке отавы и пожнивно-корневых остатков клевера лугового и на 0,21% викоовсяной смеси (табл.3).

Баланс гумуса за ротации подтверждает увеличение содержания гумуса в почве. В среднем за три ротации по обеим закладкам наибольший положительный баланс получен в севооборотах с люпиновым и клеверным сидеральными парами. Отрицательный баланс был получен в севообороте с чистым паром без навоза (табл. 4).

Таблица 4. **Баланс гумуса в севооборотах с использованием различных паров**

Севооборот	Ротации			Среднее
	первая	вторая	третья	
первая закладка опыта (1997 г)				
1 ячмень - чистый пар – пшеница - овёс	-1,88	-1,76	-2,00	-1,88
2 ячмень - чистый пар + 40 т/га навоза – пшеница - овёс	+0,74	+0,76	+0,51	+0,67
3 ячмень – викоовсяный занятый пар – пшеница - овёс	-0,20	+0,04	+0,21	+0,02
4 ячмень + многолетний люпин – люпиновый сидеральный пар – пшеница - овёс	+3,26	+2,77	+2,75	+2,93
5 ячмень + клевер луговой – клеверный сидеральный пар – пшеница - овёс	+3,10	+2,76	+2,28	+2,71
6 ячмень + клевер луговой – клеверный занятый пар - пшеница - овёс	+0,29	+0,98	+1,22	+0,83
вторая закладка опыта (1999 г)				
1 ячмень - чистый пар – пшеница - овёс	-2,15	-1,79	-2,25	-2,06
2 ячмень - чистый пар + 40 т/га навоза – пшеница - овёс	+0,60	+0,93	+0,40	+0,64
3 ячмень – викоовсяный занятый пар – пшеница - овёс	+0,90	-0,41	-0,64	-0,05
4 ячмень + многолетний люпин – люпиновый сидеральный пар – пшеница - овёс	+1,49	+2,00	+1,54	+1,68
5 ячмень + клевер луговой – клеверный сидеральный пар – пшеница - овёс	+1,72	+2,24	+1,06	+1,67
6 ячмень + клевер луговой – клеверный занятый пар - пшеница - овёс	-0,21	+0,48	+0,55	+0,27

Таким образом, использование многолетних бобовых трав - люпина многолетнего и клевера лугового – в качестве сидеральных паров способствует увеличению содержания гумуса в почве, а также его положительному балансу по севообороту в целом.

Литература

1. Лыков А.Н. Влияние органического вещества дерново-подзолистой почвы и удобрений (навоза) на урожай озимой ржи и картофеля при длительном систематическом применении удобрений севооборота и бессменных культур / А.Н Лыков, А.И. Манелля, С.М. Вьюгин // Изв. ТСХА. – 1977. - № 1. - С. 25-34.

2. Михайлина В.И. О значении промежуточных посевов в обогащение почв Российской Федерации органическим веществом / В.И. Михайлина, Ф.В Прижуков, Г.Г. Черепанов. Обзорная информация. М.: ВНИИТЗИ, 1986 . – 58 с.

3. Жуков А.И. Регулирование баланса гумуса в почве/ А.И. Жуков, П.Д Попов. М., 1988. – 40 с.

4. Кулаковская Т.Н. Роль гумуса в плодородии дерново-подзолистых почв Белоруссии. Рабочее совещание по проблеме: гумус и его роль в почвооброзовании и плодородие почв / Т.Н Кулаковская, Тез. докл., Лениздат, 1973.– 75 с.

5. Нарциссов В.П. Повышение плодородия песчаных и супесчаных почв / В.П. Нарциссов, Н.Д. Рыбакова - Горький: Волго-Вятское кн. изд-во, 1977. – 95 с.

6. Высоцкая П.Н. Влияние торфа и люпина на содержание и фракционный состав гумуса и азота в нём на дерново-подзолистой почве / П.Н. Высоцкая // Роль азота в земледелии дерново-подзолистых почв. Науч. тр. почв. ин-та им. В.В. Докучаева. М. : Колос, 1974. – С. 126-145.

7. Кирякова Е.М. Эффективность сидератов в севооборотах адаптивного земледелия / Е.М. Кирякова // Научные основы стратегии адаптивного растениеводства Северо-Востока Европейской части России, ч.I. Растениеводство. Мат-лы науч.- пр.конф. – Киров. 1999. – С. 200-207.

8. Алексеев Е.К. Проблема окультуривания лёгких почв дерново-подзолистого типа / Е.К. Алексеев // Повышение плодородия лёгких почв. Мат-лы науч.-метод. совещ. М: МСХ СССР, 1960. С. 43-45.

9. Юхимчук Ф.Ф. Люпин в земледелии / Ф.Ф. Юхимчук. – Киев, Россельхозиздат. 1963. –359 с.

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПОДСТИЛОЧНОГО НАВОЗА В СЕВООБОРОТЕ ПО ПРИРОДНЫМ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫМ ЗОНАМ РФ

Н.И. Маругина

ГНУ ВНИИОУ Россельхозакадемии, г. Владимир, vnion@vtsnet.ru

Природно-сельскохозяйственные зоны Российской Федерации характеризуются разными по плодородию почвами, климатическими условиями, которые влияют на величину урожая. Органические удобрения по действию на продуктивность культур севооборота в пределах природно-сельскохозяйственных зон проявляют себя по-разному и потому природно-сельскохозяйственные зоны РФ отличаются по уровню эффективности органических удобрений в севообороте.

Источниками информации при расчете показателей эффективности органических удобрений послужили отчеты по опытам, подготовленные для Географической сети опытов за 50 лет; научные статьи из книг, сборников, журналов: Агрохимия, Земледелие, Плодородие за период с 1990 по 2009 годы. Обобщены данные 1610 ротаций севооборотов, включающие 8,3 тысячи наблюдений по Российской Федерации. Большая часть опытов в стране проведена с подстилочным навозом (58,1%); 9,0% – с компостами; 7,1% – с ТБО и ОСВ; 12,4% – с жидкими и полужидкими органическими удобрениями.

В основу расчета показателей экономической эффективности подстилочного навоза (чистый доход, окупаемость затрат, уровень рентабельности) положены среднегодовая доза подстилочного навоза (т/га), прибавка урожая от органических удобрений (ц/га з.ед.). Они определялись как средневзвешенные величины по конкретной группировке: по типам почв с учетом мехсостава, категориям внесения среднегодовых доз, на фоне минеральных удобрений и без них.

Цена реализации продукции (руб./ц з.ед.) определялась как средневзвешенная величина цен на реализованную сельскохозяйственную продукцию (2011 год) отдельных культур в структуре севооборота.

Затраты на производство и применение 1 т подстилочного навоза – это результаты оценки технологий. Оценку технологий проводили на основе единых норм амортизационных отчислений на полное восстановление основных фондов, отчислений на текущий ремонт и техническое обслуживание сельскохозяйственных машин (с учетом их фактической загрузки), нормативов затрат денежных средств на техническое обслуживание и ремонт тракторов. Расчеты проводили с учетом расхода топлива (кг): на один условный эталонный гектар – для тракторов, на один гектар пахотных земель – для комбайнов, на 100 км пробега – для автомобилей. Затраты на электроэнергию рассчитывали с учетом расхода электроэнер-

гии (кВт) за 1 час эксплуатационного времени работы. Для начисления заработной платы использовали тарифные ставки, рекомендуемые для оплаты труда работников сельхозорганизаций с учетом всех возможных начислений на заработную плату. Учтены также затраты на уборку, доработку и реализацию дополнительного урожая.

Затраты, связанные с приобретением и внесением минеральных удобрений, отнесены на получение прибавки урожая от использования минеральных удобрений, в расчетах по определению экономической эффективности подстилочного навоза на фоне минеральных удобрений они не учитывались. В севооборотах РФ подстилочный навоз применяли в умеренных, средних, повышенных и высоких дозах.

Результаты проведенных исследований показали, что подстилочный навоз наиболее эффективен на дерново-подзолистых почвах. На почвах легких по мехсоставу внесение 1 т подстилочного навоза, исключая повышенные дозы, окупалось 70 кг з.ед. на естественном фоне. Это позволит получить чистого дохода от реализации дополнительного урожая до 1864,62 руб. с одного гектара, достичь уровня рентабельности – 27%. С внесением минеральных удобрений на этих же почвах окупаемость 1 т навоза увеличилась до 83 кг з.ед. Возможный чистый доход составил 1482,14 руб./га, уровень рентабельности – 31%.

На тяжелых по мехсоставу почвах оплата повысилась на 7 кг з.ед. - в опытах без внесения минеральных удобрений. Возможный чистый доход от реализации дополнительного урожая составил 2530,26 руб./га, уровень рентабельности достиг 42%. Снижение оплаты 1 т подстилочного навоза на 33 кг з.ед. – при использовании минеральных удобрений, привело к убытку.

Подстилочный навоз на естественном фоне (без NPK) наименее эффективен на черноземах. Оплата 1 т его урожаем на черноземах обыкновенных, южных и карбонатных – 52 кг з.ед., что позволит получить чистого дохода до 100,00 руб. с каждого гектара и достичь невысокого уровня рентабельности – 2%. Уровень рентабельности от применения подстилочного навоза без NPK на черноземах выщелоченных, оподзоленных, типичных, лугово-черноземных на 5% выше.

Продуктивность бурых лесных и буроподзолистых почв в опытах без внесения минеральных удобрений была на уровне продуктивности дерново-подзолистых почв легких по мехсоставу. Возможный чистый доход от реализации дополнительного урожая – до 1199,50 руб./га, уровень рентабельности – 30 %.

Окупаемость 1 т подстилочного навоза без NPK на серых лесных почвах на 6 кг з.ед. ниже, чем на бурых лесных и буроподзолистых почвах, составила – 64 кг з.ед. Возможный чистый доход с одного гектара севооборотной площади – 1047,00 руб., уровень рентабельности – 26%.

Подстилочный навоз на фоне минеральных удобрений (на фоне NPK) был эффективен только на дерново-подзолистых почвах легких по мехсоставу и на черноземах выщелоченных, оподзоленных, типичных, лугово-черноземных (уровень рентабельности – 2%).

Южнотаёжно-лесная зона, в составе которой дерново-подзолистые, а также бурые лесные и буроподзолистые почвы, имеет преимущество по уровню эффективности подстилочного навоза (рис.1).

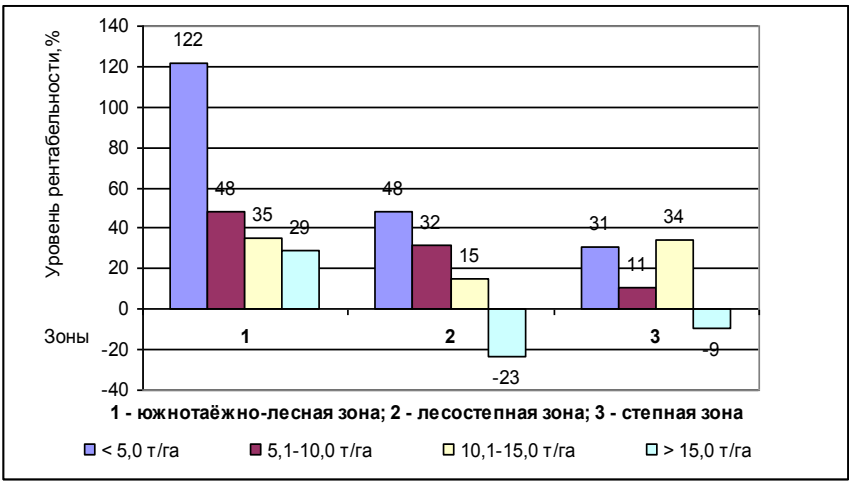


Рис. 1. **Экономическая эффективность подстилочного навоза без NPK в севообороте по природно-сельскохозяйственным зонам**

Наиболее эффективен подстилочный навоз в умеренных дозах (≤ 5,0 т/га) без NPK в южнотаёжно-лесной зоне. Чистый доход от реализации сельскохозяйственной продукции составил 2793,25 руб./га, окупаемость затрат – 2,22 руб., уровень рентабельности – 122 %.

Применение подстилочного навоза в таких же дозах без NPK в лесостепной и степной зонах менее эффективно. Чистый доход, соответственно, составил 988,00 руб./га и 626,90 руб./га, окупаемость затрат – 1,48 руб. и 1,30 руб.

С увеличением среднегодовой дозы подстилочного навоза без NPK уровень эффективности в основном снижается.

Чистый доход от применения подстилочного навоза в средних дозах (5,1-10,0 т/га) без NPK снижается от 1975,90 руб./га в южнотаёжно-лесной зоне до 441,40 руб./га – в степной зоне, окупаемость затрат, соответственно, снижается от 1,48 руб. до 1,11 руб.

Закономерность по снижению уровня эффективности с увеличением среднегодовой дозы нарушилась с внесением подстилочного навоза в повышенных дозах (10,1-15,0 т/га) без NPK в степной зоне, где уровень эффективности близок уровню эффективности подстилочного навоза, применяемого в таких же дозах без NPK, в южнотаёжно-лесной зоне. Чистый доход, соответственно, составил 2151,46 руб./га и 2263,05 руб./га, окупаемость затрат – 1,35 руб. и 1,34 руб. Эффективность навоза в повышенных дозах без NPK в лесостепной зоне в 2,2 раза ниже.

В лесостепной и степной зонах внесение подстилочного навоза в высоких дозах (> 15,0 т/га) без NPK неэффективно.

Эффективность подстилочного навоза на фоне NPK в целом снижена (рис. 2).

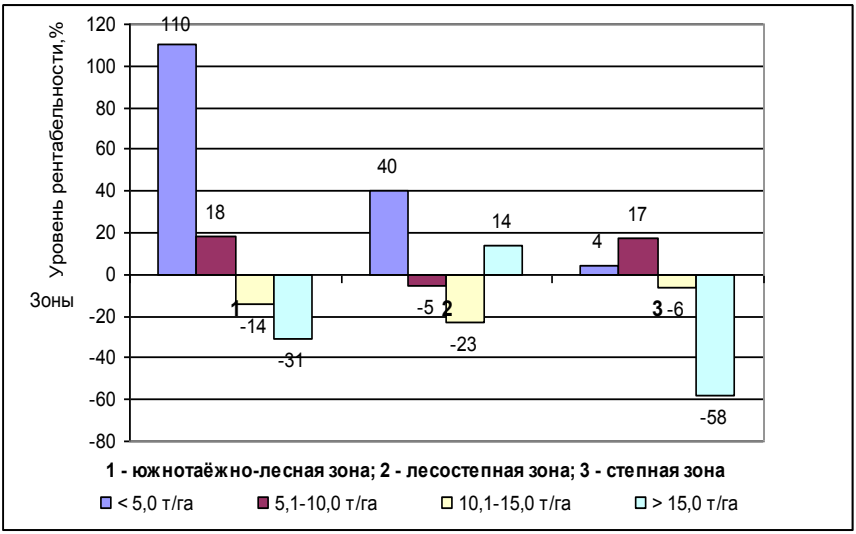


Рис. 2. **Экономическая эффективность подстилочного навоза на фоне NPK в севообороте по природно-сельскохозяйственным зонам**

Легкие по мехсоставу дерново-подзолистые почвы, наиболее эффективные по действию на них подстилочного навоза в умеренных дозах на фоне NPK по сравнению с опытами без NPK, находятся в составе только Центрального федерального округа, их меньше, чем тяжелых по мехсоставу почв в целом по РФ. Поэтому заметно снижение уровня эффективности подстилочного навоза в умеренных дозах на фоне NPK (уровень рентабельности на 12% ниже по сравнению с опытами без NPK), хотя по величине дохода имеется преимущество (на 292 руб./га больше). Эффективность подстилочного навоза в умеренных дозах на фоне NPK в лесо-

степной и степной зонах существенно ниже: чистый доход, соответственно, составляет 807,42 руб./га и 85,30 руб./га, окупаемость затрат – 1,40 руб. и 1,04 руб.

С увеличением среднегодовой дозы уровень эффективности подстилочного навоза на фоне NPK снижается в южнотаёжно-лесной зоне.

В южнотаёжно-лесной и степной зонах окупаемость подстилочного навоза в средних дозах на фоне NPK приблизительно равная – 1,18 руб. и 1,17 руб. Чистый доход, соответственно, составил 823,78 руб./га и 600,60 руб./га. При сложившихся ценах на сельскохозяйственную и промышленную продукцию внесение подстилочного навоза в средних дозах на фоне NPK в лесостепной зоне оказалось убыточным.

В севооборотах Российской Федерации подстилочный навоз в повышенных дозах на фоне NPK неэффективен.

Подстилочный навоз в высоких дозах на фоне NPK эффективен только в лесостепной зоне, чистый доход – 1174,91 руб./га, окупаемость затрат – 1,14 руб..

Сравнительная эффективность различных видов и форм органических удобрений:

- Внесение 1 т подстилочного навоза в севооборотах РФ окупалось 68 кг з.ед. на естественном фоне и 60 кг з.ед. на фоне минеральных удобрений.

- Окупаемость 1 т соломы на фоне NPK (192,8 кг з.ед.) превышает в 3 раза окупаемость 1 т подстилочного навоза;

- Подстилочный птичий помет вдвое эффективнее подстилочного навоза, окупаемость 1 т подстилочного птичьего помета без NPK– 143 кг з.ед., на фоне NPK – 115,7 кг з.ед.;

- В опытах без NPK эффективность подстилочного навоза в средних, повышенных и высоких дозах на 30% выше эффективности торфонавозного компоста, применяемого в таких же дозах без NPK. На фоне NPK окупаемость равноценна, соответственно, составляет 47,8 кг з.ед. и 46 кг з.ед. Эффективность торфонавозного компоста оказалась ниже при более высокой урожайности сельскохозяйственных культур в севообороте на контроле;

- Сидераты близки по уровню эффективности подстилочному навозу. Оплата 1 т сидератов без NPK (70,4 кг з.ед.) на 4,5 кг з.ед. меньше, чем с внесением подстилочного навоза в таких же (умеренных и средних) дозах. В опытах на фоне NPK окупаемость 1 т сидератов и подстилочного навоза равноценна (69 кг з.ед.), равноценна также оплата 1 т сидерата на фоне NPK и без их внесения.

- Эффективность всех других видов органических удобрений ниже эффективности подстилочного навоза. По степени убывания уровня эффективности их можно представить так: ОСВ, бесподстилочный полужидкий навоз, торф, бесподстилочный жидкий навоз, сапропель.

Экономическая обоснованность производства очень важна. Одинаковый подход в оценке технологий, равные производственные условия способствуют проведению более объективного экономического анализа, позволяют определить производительную способность почв природно-сельскохозяйственных зон страны, выявить способы достижения максимальных выгод в процессе производства сельскохозяйственной продукции, что в конечном итоге будет способствовать повышению окупаемости затрат, уровня эффективности органических удобрений.

Анализ экономической эффективности подстилочного навоза можно считать относительным в связи с неустойчивостью цен на сельскохозяйственную продукцию, а также по причине постоянно растущих цен на технику, горюче-смазочные материалы, электроэнергию и т.д.

АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОМПЛЕКСНОГО ПРИМЕНЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ, МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ И БИОЛОГИЧЕСКОГО АЗОТА В СЕВООБОРОТАХ НА ЛЕГКИХ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВАХ

Е.В. Марчук

ГНУ ВНИИОУ Россельхозакадемии, г. Владимир, vnion@vtsnet.ru

Повышение плодородия дерново-подзолистых супесчаных почв Нечерноземья связано с использованием комплекса мероприятий по оптимизации водно-физических, агрохимических, физико-химических и биологических свойств почв. К числу важнейших из них принадлежит разработка эффективных систем применения органических и минеральных удобрений, химических мелиорантов и средств защиты растений в севооборотах различной специализации на основе их комплексного сбалансированного использования. Снижению издержек сельскохозяйственного производства в условиях роста цен на промышленную продукцию, в том числе минеральные удобрения, способствует применение биологических факторов воспроизводства плодородия почв, таких как введение в севообороты однолетних и многолетних злаково-бобовых травосмесей, запахивание в почву растительных остатков, по возможности более полное использование сидеральных паров и пожнивно-поукосных посевов.

Цель настоящих исследований – экспериментальная оценка комплексного влияния агрохимических и биологических факторов на продуктивность агроценозов и показатели почвенного плодородия. Исследования

проводили в 2001-2007 гг. в стационарном полевом опыте на дерново-подзолистой слабоокультуренной почве (содержание общего гумуса 1,25-1,32%) в трех пятипольных севооборотах: зерновом – озимая пшеница, ячмень, ячмень, овес, вико-овсяная смесь на зеленую массу; зернопропашном – вико-овсяная смесь на силос, картофель, ячмень, люпин на зеленую массу, озимая пшеница; зернотравянопропашном – картофель, ячмень с подсевом клеверотимофеечной травосмеси, травы 1 года пользования, травы 2 года пользования, озимая пшеница. Содержание бобовых культур в зерновом севообороте составило 10%, в зернопропашном – 30%, зернотравянопропашном – 20%.

Схема опыта: 1. Без удобрений; 2. N30P18K20 + солома; 3. N45P40K45; 4. N45P40K45 + навоз 8 т/га; 5. N90P60K90; 6. N90P60K90 + навоз 8 т/га; 7. N90P60K90 + навоз 8 т/га + фунгициды; 8. N130P80K130. Подстилочный навоз в дозе 40 т/га вносился один раз за ротацию под первую культуру севооборота. Агротехника возделывания полевых культур – общепринятая для Владимирской области. Зерновые культуры и картофель возделывались на фоне применения гербицидов.

Установлено, что продуктивность севооборота в значительной мере зависела от его структуры севооборота и доз вносимых удобрений. Среднегодовая продуктивность зернопарового севооборота составила 13–32 ц з. ед./га, зернотравянопропашного 25 – 42 ц з. ед./га, зернопропашного – 31 – 48 ц, з. ед./га. Прирост продуктивности на удобренных фонах равен 5,5-18,6 ц з.ед./га, оплата 1 кг питательных веществ удобрений в севооборотах составила при низких дозах 8,1-10,0, средних – 6,6-8,2, повышенных – 5,7-6,8 и высоких - 4,3-4,9 кг з.е. (табл.1).

Таблица 1. **Влияние комплексного использования средств химизации на продуктивность полевых севооборотов (2001 – 2007 гг.)**

Вариант	Зерновой		Зернопропашной		Зернотравянопропашной	
	1	2	1	2	1	2
Без удобрений	13,1		30,9		24,5	
N30P18K20 + солома	18,6	5,5	37,5	6,6	31,1	6,6
N45P40K45	22,3	9,2	41,1	10,2	33,1	8,6
N45P40K45 + навоз 8т/га	23,2	10,1	43,0	12,1	37,5	13,0
N90P60K90	29,5	16,4	45,4	14,5	37,8	13,3
N90P60K90 + навоз 8т/га	28,9	15,8	46,4	15,5	40,0	15,5
N90P60K90 + навоз 8т/га + фунгицид	31,7	18,6	48,1	17,2	41,9	17,4
N130P80K130	30,3	17,2	45,8	14,9	38,8	14,3

1 – среднегодовая продуктивность севооборота, ц/га з.е.

2 – прирост продуктивности, ц/га з.е.

Оценка влияния применения органических удобрений на фоне минеральных показала, что в зернопропашном и зернотравянопропашном севооборотах органоминеральные системы удобрений практически не уступали минеральным, эквивалентным по количеству питательных веществ. Среднегодовая продуктивность зернопропашного севооборота на варианте с органоминеральной системой удобрений составила 43,0-46,4, с минеральной – 45,4-45,8 ц з.ед./га. В зернотравянопропашном севообороте, соответственно, 37,5-40,0 и 37,8-38,8 ц з.ед./га. Рентабельность совместного внесения органических и минеральных удобрений в севооборотах с пропашными культурами и многолетними травами составила 51 – 58%. В зерновом севообороте наибольший прирост обеспечила минеральная система удобрений. Уровень рентабельности составил 35 – 42 %, оплата 1 кг NPK – 7,0 кг з. ед.

Дополнительное применение на зерновых культурах и картофеле фунгицидов увеличило эффективность совместного использования подстилочного навоза и полного минерального удобрения, что выразилось в повышении окупаемости на 11-18%. На варианте с применением N90P60K90 + навоз 8 т/га в сочетании с гербицидами и фунгицидами получена максимальная продуктивность всех севооборотов.

Современная организация земледелия на легких дерново-подзолистых почвах предусматривает расширенное воспроизводство почвенного плодородия, в том числе и повышение содержания гумуса в почве, что достигается рациональным сочетанием органических и минеральных удобрений с учетом специализации севооборота и конкретных почвенно-климатических условий. Поддержанию бездефицитного баланса гумуса способствует также использование в севооборотах посевов однолетних и многолетних бобовых культур и их смесей со злаковыми травами, которые обогащают почву биологическим азотом и являются важным источником органического вещества.

На основе полученных в ходе исследований данных по общему выносу азота с биомассой растений, размерам симбиотической азотфиксации и массе корнепожнивных остатков рассчитан баланс гумуса за ротацию изучаемых севооборотов. Поскольку величина расхода гумуса из почвы связана, прежде всего, с уровнем азотного питания растений, расходные статьи баланса органического вещества определялись его потерями на создание той или иной части урожая сельскохозяйственных культур (за среднее содержание азота в гумусе принимали 5 %).

В зерновом севообороте на контрольном варианте и варианте со средними дозами минеральных удобрений складывался отрицательный баланс гумуса. Его ежегодная минерализация составила 600-800 кг/га. На органоминеральных фонах баланс гумуса также отрицателен, но рассчитанная ежегодная убыль гумуса значительно ниже, всего 200-250 кг/га. В

зернопропашном севообороте на всех вариантах получен отрицательный баланс органического вещества. Ежегодная минерализация гумуса была на уровне 1,0-1,1 т/га на контроле и на варианте со среднегодовым внесением азота в дозе 45 кг/га. При совместном применении минеральных и органических удобрений при среднегодовых дозах азота 90 и 130 кг/га убыль гумуса составила 650-700 кг/га. В зернотравянопропашном севообороте дефицит гумуса, полученный расчетным путем, был наименьшим и составил на первых двух вариантах 300-400 кг/га. На органоминеральных фонах ожидаемый баланс гумуса был практически бездефицитным. Полученные расчетные величины сравнивали с результатами химического анализа почв на содержание общего гумуса в начале и конце ротации севооборотов. Расчетные и фактические данные по балансу гумуса оказались вполне сопоставимы (табл. 2).

Таблица 2. **Баланс гумуса за ротацию севооборотов**

Фон	Баланс гумуса, т/га	Изменение содержания гумуса, %	
		расчетное	реальное
Зерновой севооборот			
Без удобрений	-3,95	-0,13	-0,10
N45P40K45	-3,05	-0,10	-0,11
N45P40K45+ навоз 8 т/га	-1,13	-0,04	-0,01
N90P60K90+ навоз 8 т/га	-1,25	-0,04	+0,02
Зернопропашной севооборот			
Без удобрений	-5,51	-0,18	-0,10
N45P40K45	-5,20	-0,17	-0,13
N45P40K45+ навоз 8 т/га	-3,50	-0,12	-0,10
N90P60K90+ навоз 8 т/га	-3,29	-0,11	-0,05
Зернотравянопропашной севооборот			
Без удобрений	-1,85	-0,06	-0,07
N45P40K45	-1,72	-0,06	-0,04
N45P40K45+ навоз 8 т/га	+0,68	+0,02	0,00
N90P60K90+ навоз 8 т/га	-0,22	-0,01	+0,15

Анализ усредненных линейных зависимостей изменения содержания гумуса по фонам удобренности показал, что в зерновом севообороте бездефицитный баланс имеет место на варианте с повышенными дозами минеральных удобрений N90P60K90 и 8 т/га подстилочного навоза. В зернотравянопропашном севообороте положительный баланс гумуса в почве можно ожидать при совместном внесении органических удобрений

и N45P40K45. В зернопропашном севообороте использование на фоне минеральных удобрений подстилочного навоза в дозе 8 т/га является недостаточным.

Наиболее активным и чувствительным к различным воздействиям компонентом органического вещества почв является микробная биомасса. Её накопление, отмирание и минерализация тесно связаны с процессами трансформации органического вещества, минерализационно- иммобилизационными превращениями азота. Для оценки влияния изучаемых факторов на биогенность почвы по окончании ротации был проведен учет физиологических групп микроорганизмов путем посева на элективные питательные среды. Для сравнения в качестве абсолютного контроля был взят многолетний чистый пар (табл. 3).

Таблица 3. **Численность физиологических групп микроорганизмов в пахотном слое дерново-подзолистой супесчаной почве**

Варианты опыта	Аммонифицирующие	Амилолитические	Целлюлозолитические	Микромицеты	Азотфиксаторы анаэробн.
	10^6 КОЕ/ г почвы		10^3 КОЕ/ г почвы		
Зернопропашной севооборот					
Без удобрений	6,8	12,5	27,7	25,7	45
N45P40K45	10,4	17,3	36,0	54,7	75
N45P40K45 + навоз 8т/га	14,7	22,7	50,7	81,0	450
N90P60K90	11,0	18,8	43,7	74,0	200
N90P60K90 + навоз 8т/га	17,7	26,7	56,7	94,0	450
N135P80K135	19,5	25,3	71,0	81,0	2500
Зернотравянопропашной севооборот					
Без удобрений	6,6	11,7	25,3	24,7	200
N45P40K45	13,2	19,3	34,3	40,3	2500
N45P40K45 + навоз 8т/га	16,5	23,3	42,0	45,3	2500
N90P60K90	15,1	22,7	59,7	39,7	2500
Чистый пар					
Без удобрений	4,8	7,5	28,0	24,0	150
N45P40K45	7,5	11,3	34,7	35,0	2500
N90P60K90	9,4	14,4	56,0	43,0	2500
N135P80K135	11,9	18,9	77,3	54,0	2500

Установлено, что в почве опытного участка преобладали амилолитические микроорганизмы, усваивающие минеральный азот, численность которых колебалась в зависимости от уровня минерального питания в следующих пределах: 11,7-22,7 млн./г в зернотравянопропашном севообороте, 12,5-26,7 млн./г в зернопропашном, 7,5-18,9 млн./г в чистом пару. Численность аммонификаторов, использующих органические формы азота, на контрольном варианте без удобрений составила в севооборотах 6,6-6,8 млн./г, в чистом пару 4,8 млн./г. Использование удобрений, особенно органических, повышало численность этой группы микроорганизмов в 2,0-2,5 раза в зернотравянопропашном и в 1,5-2,9 раза в зернопропашном севооборотах. В чистом пару также происходит увеличение количества аммонификаторов на удобренных вариантах, но общий уровень этой группы микроорганизмов в 1,4-1,6 раза меньше, чем в севооборотах. Для оценки направленности процессов разложения-синтеза органического вещества в почве используют соотношение количества амилолитических микроорганизмов к аммонифицирующим. При внесении минеральных и органических удобрений происходит снижение этого показателя в зернопропашном севообороте на 19-29, в зернотравянопропашном – на 16-18, в чистом пару – на 15 %, что свидетельствует об относительном снижении процесса минерализации органического вещества почвы.

Окультуривание почвы вследствие внесения органических и минеральных удобрений увеличивает численность и изменяет видовое соотношение целлюлозоразрушающих микроорганизмов: бактерий, грибов и актиномицетов. В почве контрольного варианта доминируют грибы, которые могут осуществлять свою жизнедеятельность в субстратах, относительно бедных азотом. При улучшении питательного режима вследствие применения удобрений в 5–9 возрастает численность бактерий. В чистом пару, где отсутствует поступление свежих растительных остатков, численность целлюлозоразлагающих бактерий невысока и практически не изменяется по вариантам, колеблясь в пределах от 1,7 до 3,0 тыс./ г почвы.

В севооборотах и на чистом пару отмечено обильное развитие актиномицетов и зафиксировано повышение в 1,5-4,6 раза их численности на удобренных вариантах. Внесение органических и минеральных также значительно увеличило количество микромицетов и анаэробных азотфиксаторов (Cl.pasterianum).

В результате проведенных исследований установлено, что повышению эффективности органоминеральной системы удобрений способствовало использование органических удобрений в севооборотах с пропашными культурами и многолетними злаково-бобовыми травосмесями, а также интенсивное применение средств защиты растений. Внесение 8 т/га подстилочного навоза на фоне средних и повышенных доз удобрений обеспечивало бездефицитный баланс гумуса в зерновом севообороте и

положительный в зернотравянопропашном. Совместное применение органических и минеральных удобрений в севооборотах увеличило численность основных физиологических групп микроорганизмов, обеспечивая тем самым экологическую устойчивость агроценозов на дерново-подзолистой почве.

ДЛИТЕЛЬНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМ УДОБРЕНИЯ, УРОЖАЙНОСТЬ КУЛЬТУР ПОЛЕВОГО СЕВООБОРОТА И БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ПОЧВЫ

Г.Е. Мерзлая[1], С.П. Волошин[1], В.А. Литвинский[1], И.В. Панкратенкова[2]
[1]*ВНИИ агрохимии им. Д.Н. Прянишникова, г. Москва, info@vniia-pr.ru*
[2]*Смоленский НИИСХ, г. Смоленск, smniish@yandex.ru*

В работе рассматриваются результаты исследований в длительном полевом опыте по влиянию широкого набора доз и сочетаний навоза, азотных фосфорных и калийных минеральных удобрений на урожайность культур зернотравяного севооборота и целлюлозоразрушающую способность микроорганизмов в почве. Опыт заложен в 1978 г. в Смоленской области (п. Ольша).

Закладку опыта и проведение исследований выполняли в соответствии с Программой и методикой исследований в Географической сети опытов по комплексному применению средств химизации в земледелии (1990). Целлюлозоразлагающую способность микроорганизмов в почве проводили методом разложения льняной ткани в пробах, отобранных в 2010-2011 гг. после уборки зерновых культур (Практикум по земледелию /Под. ред. С.А. Воробьева. М.: Колос, 1971).

Почва опытного участка дерново-подзолистая легкосуглинистая, окультуренная. Перед закладкой опыта в слое 0−20 см содержала в среднем 1,4% органического углерода, 160 мг/кг подвижного фосфора (P_2O_5) (по Кирсанову), 130 мг/кг подвижного калия (K_2O), pH_{kcl} 6,0.

Площадь опытной делянки − 112 м^2, повторность опыта – трехкратная. Агротехника в опыте − общепринятая.

Севооборот − зернотравяной. В четвертой ротации (2002-2008 гг.) возделывали: однолетние травы − овес Скакун на зеленый корм, озимую рожь Восход, ячмень Гонор, многолетние травы первого и второго годов пользования, яровую пшеницу МИС, овес Скакун на зерно.

Единичные дозы удобрений составляли по 30 кг/га NPK под ячмень, овес и яровую пшеницу, по 45 кг/га NPK + 20 т/га навоза – под озимую рожь. Под многолетние травы удобрения не применяли. Среднегодовые ежегодные единичные дозы удобрений за четвертую ротацию севооборота составили: N19, P19, K19 и навоза 3 т/га. Навоз крупного рогатого

скота имел влажность 70% и содержал в среднем (на сырое вещество) 0,46% общего азота, 0,08% аммонийного азота, 0,21% фосфора (P_2O_5) и 0,66% калия (K_2O). Содержание органического вещества составляло 60%. Отношение C : N равно 19.

В пятой ротации севооборота первой культурой был овес на зеленую массу. Затем возделывали озимую рожь и ячмень, под которые применяли фоном поддерживающую весеннюю подкормку азотными удобрениями в дозах 45 и 30 кг/га д.в. соответственно.

Согласно полученным данным (табл.), среднегодовая продуктивность зернотравяного севооборота за четвертую ротацию на контроле без удобрений была самой низкой в опыте.

Применение удобрений во всех вариантах, кроме одностороннего внесения фосфора (0300) и органоминеральной системы в низких дозах (1111) достоверно повышало продуктивность полевых культур.

В органо-минеральных вариантах при возрастании доз удобрений (1111, 2222, 3333, 4444, 5555) выявлена тенденция к увеличению продуктивности севооборота. Однако разница в продуктивности при росте доз между двумя соседними вариантами была несущественной.

Органо-минеральные системы удобрения, кроме варианта с максимальными дозами, позволяли получить более высокую урожайность зерна по сравнению с другими вариантами опыта при выращивании озимой ржи в экстремальном по погодным условиям 2010 году. Эта тенденция сохранялась и в последующем 2011 г. при возделывании ячменя. В засушливых условиях вегетационных периодов последних лет проявился также положительный эффект органического вещества навоза (вариант 0003). Прибавка урожая зерна озимой ржи в этом случае достигала 9,9 ц/га, или 33%.

По данным опыта за 2010-2011 гг. установлено, что применение органических удобрений в маргинальных условиях вегетационных периодов при возделывании зерновых культур увеличивало целлюлозоразлагающую способность микроорганизмов в почве. Как показано в таблице, в 2010 г. разложение льняной ткани в варианте с внесением одного навоза после уборки озимой ржи составляло 58,3%, ячменя - 16,9%, что было значительно выше контроля без удобрений (0000) и минерального варианта (3330). При возделывании озимой ржи высокая целлюлозоразрушающая способность микроорганизмов в почве отмечена и во всех органоминеральных вариантах, что также подчеркивает роль навоза (при внесении совместно с минеральными удобрениями) в обеспечении устойчивости агроценозов при неблагоприятных условиях.

Важно отметить, что целлюлозоразлагающая способность микроорганизмов в почве возрастала главным образом за счет активности аэробных *Cytophaga* sp., *Xanthomonas* sp., *Pseudomonas* spp. и анаэробных

видов − *Bacteroides ruminicola,* что было установлено исследованиями, проведенными совместно с МГУ имени М.В. Ломоносова в этом же опыте (Н.В. Верховцева, 2012).

Таким образом, было установлено положительное влияние длительного внесения сбалансированного удобрения на биологическую активность почвы, что в свою очередь явилось одним из важных факторов повышения продуктивности зернотравяного севооборота. В условиях дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы наиболее целесообразным было применение органо-минеральных систем с умеренными и высокими дозами удобрений: по 60-80 кг/га NPK + 9-12 т/га навоза крупного рогатого скота ежегодно. Показано также, что в последействии за счет органо-минеральных систем удобрения даже в экстремальные годы возможно получение прибавки урожая зерна озимой ржи на уровне 35-40%, ячменя – 22-29 %.

Таблица. **Урожайность сельскохозяйственных культур и целлюлозоразрушающая способность микроорганизмов в почве в зависимости от доз и сочетаний органических и минеральных удобрений**

Вариант опыта	В среднем за 2002-2008 гг. (четвертая ротация зернотравяного севооборота)		Озимая рожь, 2010 г.		Ячмень, 2011 г.		Разложение льняной ткани, %	
	Продуктивность севооборота, ц з.е./га	Прибавка, ц з.е./га	Урожайность, ц/га	Прибавка, ц/га	Урожайность, ц/га	Прибавка, ц/га	2010 г.	2011 г.
0000	16,8	-	30,0	-	14,3	-	49,9	11,4
3000	23,6	6,8	34,5	4,5	14,5	0,2	37,0	8,5
0300	19,1	2,3	36,0	6,0	14,3	0	49,7	11,0
0030	22,0	5,2	35,0	5,0	14,3	0	52,5	10,0
3330	26,1	9,3	36,4	6,4	16,6	2,3	49,5	9,6
0003	23,0	6,2	39,9	9,9	16,2	1,9	58,3	16,9
1111	20,6	3,8	40,5	10,5	17,5	3,2	57,1	8,5
2222	25,0	8,2	40,2	10,2	18,4	4,1	61,2	13,9
3333	25,9	9,1	41,0	11,0	18,4	4,1	59,6	11,2
4444	27,0	10,2	42,0	12,0	18,1	3,8	54,1	13,6
5555	28,2	11,4	38,2	8,2	17,7	3,4	61,7	15,4
$НСР_{05}$	4,9		2,4		1,5			

Примечание. В кодах вариантов полевого стационарного опыта первая цифра обозначает «азот», вторая - «фосфор», третья – «калий», четвертая – «навоз».

ПОВЫШЕНИЕ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВЫ И УРОЖАЙНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ СИДЕРАТОВ И СОЛОМЫ

М.Н. Новиков

ГНУ ВНИИОУ Россельхозакадемии, г. Владимир, vnion@vtsnet.ru

При существующей структуре посевных площадей для воспроизводства ежегодной минерализации гумуса в пахотных почвах России необходимо вносить около 900 млн. т органических удобрений или в среднем 6 т/га в пересчете на подстилочный навоз. Даже в пик развития службы химизации (конец 80 – начало 90 годов) эта потребность восполнялась немногим более, чем на 50 %. То есть поиски дополнительных источников органического вещества для почв не новая – старая проблема, сейчас она резко обострилась.

Что делать? Прежде всего, нужно вывезти на поля накопившийся в хозяйствах навоз и навести порядок с его производством, хранением и применением. Иначе он из блага земли превратится в разновидность Чернобыля. Симптомы этого и довольно ощутимые имеются в каждом регионе и области.

В последние годы в связи с малым количеством применением навоза идет компания о необходимости приоритетной ставки в деле улучшения плодородия почв на невозобновляемые органогенные источники, как торф, сапропель и другие, а также бытовые и промышленные отходы. Мы считаем, что эти не повсеместные, локальные удобрения должны использоваться в случае их высокой окупаемости прибавкой урожая и экономической выгодности при условии отсутствия негативных экологических последствий от изъятия из природной среды и введения в агроландшафты. Как правило, их эффективность ниже навоза и компостов, а затраты на использование в качестве удобрений значительно превышают.

В сложившихся хозяйственно-экономических условиях определяющая роль в воспроизводстве гумуса почв должна отводиться не органогенным агрорудам и не попыткам наращивания любыми путями объемов применения органических удобрений, что предусматривалось ранее целевыми комплексными программами, а прежде всего за счет ежегодно возобновляемого в агроценозах органического вещества. При этом система земледелия, максимально решая проблему продуктов питания человека и промышленного сырья, должна предусматривать, чтобы воспроизводство гумуса в почвах не требовало специальных затрат, а являлось следствием мероприятий, направленных на повышение их продуктивности и защиту от эрозии. В структуре земельных угодий необходимо формировать кормовую базу из расчета на имеющееся поголовье скота, а в перспективе как минимум на 1 условную голову КРС на гектар пашни. При этом особое

внимание нужно уделить агротехнической, экологической и фитосанитарной роли многолетних бобовых трав и их смесям со злаковыми.

Расширение посевов многолетних трав должно строго дифференцироваться по почвенно-климатическим зонам страны.

Продолжение ориентации сельского хозяйства страны на зернопаропропашную и даже зернопропашную системы земледелия при хроническом отрицательном балансе гумуса и недостаточном внесении органических и минеральных удобрений недопустимо, а по отношению к земле – безнравственно.

Помимо посева многолетних трав необходимо повсеместно уделять внимание использованию сидератов. Исследования нашего института показали, что на территории России при существующей структуре посевных площадей их можно возделывать на площади свыше 18976 тыс. га, произвести около 500 млн. т зеленых удобрений и получить от их запашки дополнительно 25 млн. т зерновых единиц продукции.

Более широкие возможности для возделывания сидератов выявлены в Центральном районе Нечерноземной зоны, Уральском, Западно-Сибирском и на Северном Кавказе. При этом для каждого региона определены площади возможных посевов сидератов в самостоятельных, пожнивных, поукосных и подсевных посевах. Подобная работа в разрезе регионов сделана для каждой области. Представлена она в виде карты, на которой показана площадь и доля посевов сидератов по способам возделывания. Кроме того фоновая окраска территории области обозначает степень восполнения потребности в органических удобрениях за счет сидератов (рис. 1).

На основе учета баланса гумуса и объемов применения органических удобрений для каждой области определены необходимые площади посева сидератов.

Разработанная методика позволяет определить объемы и способы возделывания сидератов не только в разрезе регионов и областей, но и в каждом районе, хозяйстве и севообороте.

Помимо установления объемов и способов возделывания в систему сидерации входит выявление перспективных сидеральных культур, их семеноводство и технологии возделывания и использования в качестве удобрений.

Касаясь размещения сидератов в севообороте, мне хотелось бы поднять вопрос о чистых парах в Нечерноземной зоне, площадь которых составляет около 4 млн. га. При достаточном количестве влаги и наличии тепла в летний период здесь происходит интенсивная минерализация гумуса (до 1,5 и более тонн на гектар), значительная доля минерализованного азота (35-40 кг/га) теряется с фильтрующимися осадками и за счет денитрификации. Ежегодные потери азота в чистых парах Нечерноземья состав-

ляют 140-160 тыс. т, в ценах по стоимости азота селитры (13 руб./кг) убыток равняется свыше 2,5 млрд. рублей.

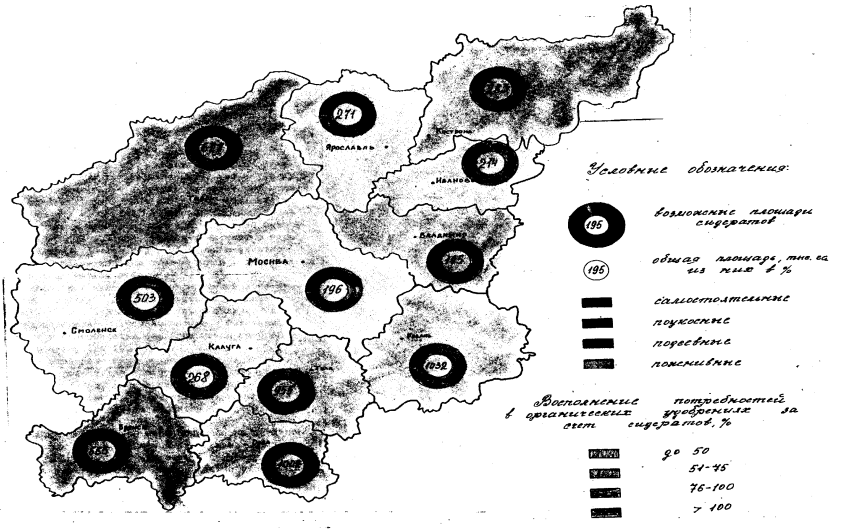


Рис. 1. **Возможные размещения сидеральных культур в ЦРНЗ РФ**

Не так давно чистые пары рассматривались как полигон для проведения КАХОП. При этом органические удобрения вносили с ранней весны и до посева озимых. Исследованиями установлено, что навоз, внесенный в чистых парах с апреля по июль, интенсивно сгорает, более того в этот биологический костер вовлекается и гумус почвы, что приводит к большим непроизводительным потерям органического вещества и элементов питания удобрений и почвы. По воздействию на урожая в Нечерноземной зоне чистые пары не имеют существенного преимущества перед занятыми и заметно уступает сидеральным. Подобная картина отмечается и в лесостепных районах с достаточным количеством осадков.

В качестве сидеральных культур в Нечерноземной зоне нужно широко использовать люпин. Большой практический интерес представляет узколистный кормовой люпин, который отличается более коротким периодом вегетации, устойчивостью к болезням, быстрыми темпами роста и способностью без применения удобрений накапливать большую биомассу (до 100 т/га).

Кроме люпинов в этой зоне в качестве сидератов хорошо себя зарекомендовали донник белый и желтый, быстрорастущие крестоцветные культуры: редька масличная, горчица белая, рапс яровой и сурепица. На

слабокислых почвах весьма перспективен донник. Он же является ценной сидеральной культурой и биологическим мелиорантом на засоленных почвах.

Сидераты – удобрение в большей мере влияющее на активное плодородие почвы. По воздействию на урожай они близки подстилочному навозу, но затраты на их производство и применение в 3-4 раза ниже, поэтому они более рентабельны. Помимо удобрительного назначения сидераты позволяют успешно бороться с эрозией и засолением почв, болезнями, вредителями и сорняками.

Наряду с сидератами наиболее дешевым органическим удобрением является солома полевых культур, ежегодные объемы непосредственной ее запашки в почву могут составить 40-50 млн. т, что эквивалентно по органическому веществу 160-200 млн. т подстилочного навоза.

Ввиду того, что солома злаковых культур имеет широкое отношение C:N (до 85) при внесении ее под небобовые культуры нужно применять компенсирующие добавки азота (для соломы озимых зерновых – 10 кг, яровых зерновых – 8 кг на 1 т). отдача от соломы выше на почвах с более минерализованным гумусом (C:N < 8).

Даже при компенсации в элементах питания солома как удобрение имеет специфическое действие. Злаковая солома более эффективна при запашке под бобовые и пропашные культуры, бобовая – злаковые. В этой связи идеальным регионом для использования соломы является, например, Дальний Восток (земледельческие районы Приморья и Приамурья).

Большая часть почвенного покрова в этой зоне имеет узкое отношение углерода к азоту (меньше 8), в структуре посевных площадей до 30-50 % занимает бобовая культура соя, 30-40 % - яровые зерновые. Только за счет взаимного использования соломы продуктивность сои возрастает на 15-30 % и яровых зерновых – 18-40 %. Что характерно, в этом регионе за счет удобрения соломой можно значительно сократить непроизводительные потери азота из почвы в период муссонных дождей и улучшить за счет мобилизации валовых запасов фосфорное питание растений.

Использование соломы на удобрение в севооборотах с высоким насыщением зерновыми злаковыми культурами резко усиливает на них фитопатогенную и энтомологическую нагрузку, что может привести к снижению урожая и ухудшению его качества. В данных случаях для ограничения негативного действия соломы в севообороты целесообразно вводить промежуточные посевы сидератов крестоцветных и бобовых культур.

Результаты наших исследований в различных почвенно-климатических зонах показали, что солома с компенсирующими добавками по влиянию на урожай, его качество и плодородие почв не уступает подстилочному навозу, но затраты на ее непосредственное применение в 5-6 раз меньше, нежели использование в составе подстилочного навоза и

компостов. В экономическом плане это наиболее рентабельное органическое удобрение.

РОЛЬ ПОВЫШЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ПОЧВ ПРИ ВНЕСЕНИИ БИОУДОБРЕНИЙ ДЛЯ УРОЖАЯ РАСТЕНИЙ И ВОСПРОИЗВОДСТВА ГУМУСА[1]

О.В. Орлова, И.А. Архипченко

ГНУ ВНИИСХМ Россельхозакадемии, г.Санкт-Петербург,
falenki@hotmail.com

Основными факторами, влияющими на процессы, как гумификации, так и деградации гумуса, является внесение органических удобрений и биологическая активность почв. В условиях, когда внесение больших доз традиционных органических удобрений проблематично, обеспечить высокие урожаи при сохранении плодородия почв могут гранулированные биоудобрения бамил и омуг, получаемые при микробиологической переработке отходов животноводства (1). Биоудобрения обладают рядом технологических преимуществ: высокое содержание питательных элементов, полифункциональность, отсутствие семян сорняков и патогенов. Благодаря высокой концентрации основных элементов питания растений, несмотря на низкие дозы внесения (1-6 т/га), биоудобрения способны обеспечивать высокие урожаи сельскохозяйственных культур при высоком качестве продукции. Однако, влияние биоудобрений на процессы гумификации может быть неоднозначным, так как органического вещества при их внесении поступает мало, при этом повышается биологическая активность, что может вызвать деградацию гумуса. Изучению данного вопроса и посвящена эта работа.

Методы. Объектами исследования были биоудобрения омуг и бамил. Омуг получают при аэробной ферментации подстилочного помета (2) в порошкообразной (влажность 36,5-56,9 %) и гранулированной (влажность 10,0-15,2 %) форме. Характеристика (в расчете на абсолютно сухое вещество — а.с.в.): зольность — 27,7-39,3 %, pH 7,8-8,2, содержание общего N, P и K - соответственно 2,35-3,04; 2,0-2,7 и 2,5-3,9 %. Бамил - гранулированное биоудобрение, производится на основе микробной ассоциации, выращиваемой на стоках свинокомплексов (3), содержание (на а.с.в.) общего N, P, C и K - соответственно 5,0; 1,8; 40,0 и 0,8 %.

Полевые эксперименты проводили на опытном поле Всероссийского НИИ сельскохозяйственной микробиологии (г. С.-Петербург) на легкосугли-

[1] Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки РФ: госконтракт №16.M04.11.0013 от 29.04.2011 г.

нистой дерново-подзолистой почве (содержание гумуса $C_{гум.}$ - 2,19-2,96 %, $N_{общ.}$ - 0,160-0,210 %, подвижный фосфор - 31,0-37,0 мг/100 г; обменный калий — 6,1-12,0 мг/100 г, pH_{KCl} 6,34-6,52). Площадь делянок под морковью, свеклой и ячменем (сорта «Тушон», «Бордо» и «Балтика» соответственно) - 1 $м^2$, повторность 4-х кратная; под кабачками (сорт «Белоплодный») – 2 $м^2$, под картофелем (сорт «Невский») - 0,25 га, повторность 3-кратная. Дозы биоудобрений рассчитывали по азоту: 60–100 кг N на га, что составляет для порошкообразного омуга 4-6 т/га, для гранулированных форм – 1-4 т/га. Вегетационный опыт с райграсом (сорт «Сакини») в закопанных сосудах (объемом 7,5 л) закладывали на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве ($C_{гум.}$ - 1,84 %, $N_{общ.}$ - 0,130 %, pH_{KCl} 5,00) по схеме: 1-й вариант - РК; 2-й — РК+$N_{аа}$ (азот аммиачной селитры); 3-й - РК + бамил; 4-й - РК + омуг; 5-й - РК + пудрет; повторность 4-кратная; все удобрения вносили из расчета 100 мг азота на 1 кг почвы.

Анализы биоудобрений и почвы проводили общепринятыми методами. Лабильные гумусовые соединения (новообразованный гумус) выделяли из почв 0,1 н. пирофосфатом Na (pH 7,0) (4). Дыхание почвы измеряли на газовом хроматографе Цвет (Россия); детектор — катарометр, газ-носитель — гелий. Активную микробную биомассу в почве учитывали методом субстрат-индуцированного дыхания, определяя суммарную активную биомассу и грибную биомассу (обработка стрептомицином и рифампицином, 16 мг антибиотика на 1 г почвы) (5). Общую микробную биомассу устанавливали регидратационным прямым (углерод) и инкубационным (азот) методами (6) и по этим данным рассчитывали потоки углерода и азота через микробную.

Результаты и обсуждение. Биоудобрения бамил и омуг, внесенные в почву из расчета 60-100 кг N/га (1-6 т/га), обеспечивали у различных культур (кабачки, картофель, кольраби, морковь, свекла, ячмень) прибавку урожая в полевых опытах на 12-284% относительно контроля, при росте дозы биоудобрений урожай увеличивался. Наилучшие результаты для всех исследованных культур были получены с бамилом (прибавка урожая 70-284 %). Эффективность омуга зависела от культуры: для картофеля, кабачков, кольраби и злаковых трав прибавка составляла 30-155 %, для ячменя, свеклы — 3,7-17,5 %, морковь занимала промежуточное положение - прибавка 15-68,6 %.

Известно, что в пахотных почвах значительная часть микроорганизмов пассивна, то есть не участвует в почвенных процессах, что вызвано низким количеством доступного органического вещества. Биоудобрения увеличивали долю активных микроорганизмов от общей массы почвенной микробиоты до 67-84 %, тогда как при внесении компостов она не превышала 25 %.

Особенностями влияния биоудобрений на биологическую активность почвы по сравнению с традиционными органическими удобрениями

является неодинаковое воздействие на бактерии и грибы и относительно короткое регистрируемое время усиления активности.

Бамил и омуг характеризуются узким соотношением C:N (от 7:1 до 10:1). Поэтому органическое вещество биоудобрений в почве не только быстро разлагается с выделением минерального азот, но и более благоприятно для развития бактерий, а не грибов (соотношение C:N в биомассе соответственно 4-5:1 и 11-15:1). Действительно, численность аммонифицирующих бактерий в почве при внесении омуга увеличивается в 2-5 раз, олиготрофных - в 2-3 раза, тогда как численность микромицетов остается на уровне контроля или в отдельные сроки снижается в 2-3 раза. Аналогичные результаты получены при определении бактериальной и грибной биомассы при внесении биоудобрений. В опыте с райграсом отмечено снижение доли грибной биомассы при внесении бамила и омуга с 41-43 до 15-18 % по сравнению с компостами (вермикомпост и компост из бытовых отходов). Особенно четко – на 28-63% в течение 80 дней – выражен эффект уменьшения доли грибов в микробоценозе для торфогрунтов (на основе верхового торфа), характеризующихся меньшим разнообразием микробного сообщества по сравнению с почвами.

Существенное повышение дыхания почв при внесении биоудобрений отмечается только в начале вегетации (рис. 1). Это связано с невысокой дозой применения биоудобрений и высокой доступностью их органического вещества для микроорганизмов. Длительного увеличения биомассы почвенных микроорганизмов также не происходит. В результате через 1-2 месяца после внесения биоудобрений различий относительно контроля и/или минеральной системы удобрений по таким показателям как выделение углекислоты, численность микроорганизмов и размеры микробной биомассы не было. Прямую зависимость роста биологической активности от дозы биоудобрений (рис. 1) наблюдали не всегда: в отдельные сроки дыхание почвы и содержание углерода в микробной биомассе при внесении 4 т/га Омуга было выше, чем при внесении 6 т/га.

Следует отметить, что, несмотря на «короткий» период видимого влияния, положительное действие биоудобрений на биологическую активность почвы высоко, так как происходит изменение состава микробного сообщества и повышается эффективность работы последнего. Рост интенсивности микробиологических процессов в почве при внесении бамила и омуга отражается в сокращении времени генерации микроорганизмов и росте потоков C и N через микробную биомассу (табл. 1).

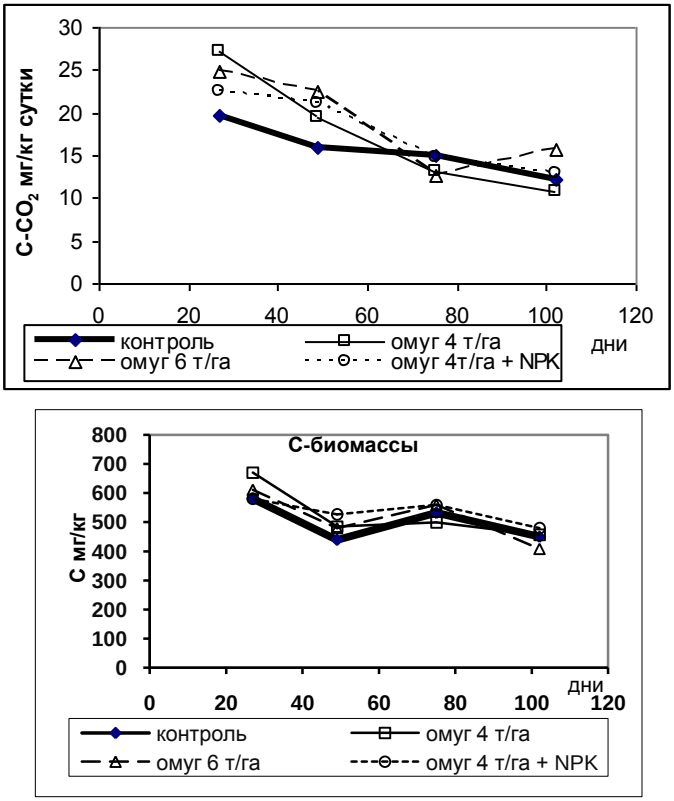


Рис. 1. **Динамика показателей биологической активности в почве в полевом опыте с морковью (2003 год)**

При внесении биоудобрений наблюдали прямую зависимость между биологической активностью и продуктивностью растений. Увеличение активности микроорганизмов, и особенно потоков углерода и азота, проходящих за сезон через биомассу микроорганизмов имело прямую корреляцию с урожаем (табл. 2). Причем связь урожая с биологическими показателями выше, чем с содержанием в почве гумуса, общего и даже минерального азота. Величина потоков элементов через биомассу в оба года в свою очередь тесно зависела от количества подвижного углерода в почве, то есть от энергетической обеспеченности микроорганизмов. С количеством подвижного углерода в почве тесно связано и почвенное дыхание (для водорастворимого и солерастворимого г соответственно 0,814 и 0,947, для 2008 г.). Запасы азота в микробной биомассе зависели от содержания

подвижного органического вещества (r равен 0,829 и 0,900 для водорастворимого и солерастворимого соответственно). Именно обогащенность азотом микробной биомассы определяла дыхание почвы (r=0,985). Слабая связь азота микробной биомассы в оба года с содержанием в почве общего и минерального азота свидетельствует о том, что не азот, а доступный углерод находится для микроорганизмов в первом минимуме.

Таблица 1. **Влияние биоудобрения омуг на активность микроорганизмов (полевые опыты с морковью)**

Вариант		Поток углерода через микробную биомассу*, мг/кг	Поток азота через микробную биомассу*, мг/кг	Время генерации, сутки
2003 год	Контроль б/у	952	114	37,2
	Омуг 4 т/га +$К_{120}$	1098	126	34,0
	Омуг 6 т/га+$К_{160}$	1176	157	31,0
	Омуг 4т/га +$N_{50}P_{50}K_{170}$	1111	164	34,2
2007 год	Контроль без удобрений	405	55	30,0
	Омуг в дозе 60 кг N/га	688	95	18,5
	Омуг в дозе 100 кг N/га	726	107	16,3
	$НСР_{0,95}$	52,2	13,8	0,5

* потоки рассчитаны за 102 дня (2003 год) и 109 дней (2007 год)

Таблица 2. **Коэффициенты корреляции (r) между урожаем, агрохимическими и биологическими показателями почвы (полевые опыты, 2008 и 2009 гг.)**

Показатели	Урожай моркови	
	2008 год	2009 год
Поток углерода через микробную биомассу	0,659	0,869
Поток азота через микробную биомассу	0,657	0,995
Активная биомасса (суммарная)	0,794	0,05
Активная грибная биомасса	-0,218	0,917
С общей микробной биомассы	-0,532	0,241
N общей микробной биомассы	0,585	0,896
Выделение $C\text{-}CO_2$	0,658	0,871
$С_{общ}$ почвы	0.082	0,692
$N_{общ}$ почвы	0.024	0,193
$N\text{-}NH_4$	0.440	-0,903
$N\text{-}NO_3$	0.337	-0,249

В полевых и вегетационных опытах было выявлено, что гранулированные биоудобрения способствует сохранению и даже накоплению гумуса в почве, тогда как порошкообразный омуг часто такого эффекта не имеет. Типичные результаты представлены в таблице 3. Гранулированный бамил оказывал положительное действие на баланс гумуса даже в опытах с пропашными культурами (картофель): содержание гумуса увеличивалось на 0,04%, тогда как в контроле и при внесении минеральных удобрений убыль гумуса составляла 0,12% от веса почвы. Влияние порошкообразного омуга на баланс гумуса зависело от возделываемой культуры. Омуг увеличивал содержание гумуса под ячменем за исключением смешанной системы удобрений. Под корнеплодами (свекла и морковь) бездефицитный баланс гумуса наблюдали при дозе 4 т/га и при смешанной системе удобрений.

Таблица 3. **Влияние удобрений на урожай райграса и содержание гумуса в почве (вегетационный опыт с закопанными сосудами)**

Варианты	Урожай райграса, г/сосуд	Содержание лабильного гумуса 45 день опыта, мг/кг	Изменение лабильного гумуса за период с 45 по 86 день, мг/кг	Убыль общего гумуса в почве за год, в % от исходного**
контроль	10,7±0,7	382±54	+40	-11,2*
N_{150}РК	25,3±1,4	356±43	-117	-9,0*
Бамил	18,4±1,7	560±30	-337	-1,9
Омуг	16,8±0,7	518±53	-126	-7,0*

* - убыль существенна при 0.05% уровне различий; ** исходное содержание $C_{гумуса}$ до закладки опыта равно 1.87±0,04 %.

Падение содержания гумуса при внесении омуга не было связано с увеличением интенсивности микробиологических процессов в почве. Коэффициенты корреляции, рассчитанные в опыте с ячменем (баланс гумуса – положительный), показали, что усиление микробиологической деятельности вело, напротив, к нарастанию процессов синтеза гумуса: содержание гумуса положительно зависело от С и N микробной биомассы (r= 0,942 и 0,781), дыхания (r=0,592).

Главной причиной увеличения содержания в почве гумуса при внесении гранулированных биоудобрений является пролонгированность их действия, так как грануляция обеспечивает более медленное поступление питательных веществ в почву: так из порошкообразного омуга в течение 1 часа водой извлекается в 4-5 раз больше веществ, чем из гранулированного. В результате постепенного выхода органических веществ продлевается и время активации микробоценоза, что обеспечивает увеличение в

течение всего сезона доли активной микробной биомассы. Усиление микробиологической активности улучшает условия питания растений, приводя к прибавке урожая от грануляции, и увеличивает синтез подвижных гумусовых соединений. Гранулированные биоудобрения более эффективны по действию как на урожай растений, так и на микроорганизмы. Гранулированный омуг увеличивал урожай культур в среднем на 18,6-34,4 %. При внесении гранулированных форм омуга количество С и N, прошедших через биомассу микроорганизмов увеличивается на 27,1 и 33,6% относительно сыпучей формы. При этом по содержанию подвижных соединений С и N в почве вариант с гранулированным Омугом уступает сыпучему.

Важная роль в сохранении гумуса при внесении биоудобрений принадлежит лабильному новообразованному гумусу (вытяжка 0,1 Н пирофосфат Na). Легко разлагаемый микроорганизмами лабильный гумус служит буфером, защищая основную часть гумуса. Внесение биоудобрений увеличивало количество лабильного гумуса (см. табл.3) по сравнению с контролем и минеральными удобрениями. Наибольшая убыль лабильного гумуса происходила в варианте с бамилом, а потери гумуса здесь наименьшие (см. табл. 3). В опыте с картофелем в варианте с бамилом также произошла наибольшая убыль лабильного гумуса – на 109 мг/кг против 4-43 мг/кг в контроле. При внесении биоудобрений происходит не только увеличение образования лабильных гумусовых соединений, но и изменяется их доступность для микроорганизмов. При минеральной системе удобрений (NPK) меньше количество лабильного гумуса и ниже его доступность для микроорганизмов, чем при внесении Бамила и Омуга: доступность равна 5,3%, 10,8% и 7,8% соответственно. В опыте с внесением двух форм омуга под морковь, в варианте с гранулированным омугом выше урожай (на 18,6%) и содержание общего (на 8,4%) и лабильного гумуса (на 13,3%) в почве, период повышенной биологической активности длиннее в 2-3 раза, чем при использовании порошкообразной формы биоудобрения. В результате при внесении гранулированного омуга потери гумуса снижаются, содержание которого в почве в среднем (опыты с морковью, луком и кабачками) возросло на 6,5-19,6 %.

Таким образом, биоудобрения обеспечивают накопление почвенного гумуса за счет роста поступления органического вещества растений (в том числе увеличения количества прижизненных выделений и отмерших остатков); пролонгированности перехода в почву и низких доз органического вещества биоудобрения, что способствует усилению синтеза лабильных гумусовых веществ, которые либо накапливаются (положительный баланс гумуса), либо служат буфером, защищающим основную часть гумуса от разложения (бездефицитный баланс); большей доступности для микроорганизмов новообразованных гумусовые соединения. Сле-

довательно, биоудобрения, обеспечивая высокие урожаи, способствуют и сохранению плодородия почв.

Литература

1. Архипченко И.А., Барболина И.И., Дерикс П. Новая стратегия переработки отходов животноводства для получения биоудобрений. Доклады Россельхозакадемии, 1998, 6: 18-19.

2. Орлова О.В., Архипченко И.А. Влияние биоудобрения омуг на содержание питательных элементов в легких дерново-подзолистых почвах. В сб.: Основные итоги и приоритеты научного обеспечения ПАК Евро-Северо-Востока. Вып. 1. Киров, 2005: 259-264.

3. Архипченко И.А. Производство и применение микробного гранулированного удобрения бамил. Доклады РАСХН, 1996, 2: 32-33.

4. Лыков А.М., Черников В.А., Боинчан Б.П. Оценка гумуса почв по характеристике его лабильной части. Известия ТСХА, 1981, 5: 65-70.

5. West A.W., Sparling G.P. Modification to the substrate-induced respiration method to permit measurement of microbial biomass in soils of different water contents. Journal of Microbiological Methods, 1986, 5: 177-189.

6. Благодатский С.А., Благодатская Е.В., Горбенко А.Ю., Паников Н.С. Регидратационный метод определения биомассы микроорганизмов в почве. Почвоведение, 1987, 4: 64-72.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЛИЯНИЯ КУЛЬТУР СЕВООБОРОТОВ И УДОБРЕНИЙ НА ВОСПРОИЗВОДСТВО ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В МАЛОГУМУСНЫХ ПОЧВАХ

А.М. Пестряков

ГНУ Рязанский НИИСХ Россельхозакадемии, г. Рязань,

podvyze@bk.ru

Определяющую роль в воспроизводстве органического вещества принадлежит растениям, в целом севооборотам.

Известно, что источником образования органического вещества в агроценозах служит не только энергия и элементы питания почвы, а главным образом (более 90 %) энергия солнца, углекислый газ, кислород и вода, поступающие из атмосферы.

Поэтому для увеличения поступления органического вещества в почву необходимо иметь в посевах набор сельскохозяйственных культур обладающих способностью создавать, в результате нормально протекающих процессов фотосинтеза, большую биомассу.

Поступление в почву растительных остатков снижает скорость минерализации органического вещества и поддерживает содержание гумуса.

Многолетние травы бобовые, бобово-злаковые смеси являются важнейшим источником органического вещества для почв.

В наших исследованиях установлено, что на тёмно-серой лесной малогумусной почве (содержание гумуса в слое 0-30см -2,8%) наибольшее количество пожнивно-корневых остатков у бобово-злаковой травосмеси - 118,8 ц/га сухого вещества, у злаковых трав на варианте с применением минеральных удобрений -102,0 ц/га, у клевера -65-68 ц/га. У кукурузы выращиваемой на силос ПКО составляет на варианте без удобрений - 63,5ц/га, на удобренном варианте -76,2ц/га сухого вещества.

Растительные остатки у озимой пшеницы (ПКО+солома) составляют -72,0 ц/га без применения удобрений, а с внесением удобрений -77,6 ц/га сухого вещества, количество органического вещества мало отличается от многолетних трав.

Однако следует заметить, что растительные остатки бобовых, бобово-злаковой смеси многолетних трав больше содержат биологического азота. Это способствует обогащению почвы азотом, улучшает протекание биологических процессов.

Нами установлено, что для восполнения количества гумуса теряемого в результате минерализации и потерь от эрозии необходимо вносить на тёмно-серой лесной почве -7,0-7,5т/га органической массы, а на черноземах -9,0- 9,5т/га.

Большим резервом пополнения органического вещества служат пожнивные, поукосные посевы сидеральных культур (горчицы белой, рапса и др.), использование соломы на удобрение.

Внесение дополнительных энергетических субстратов, запахивание соломы в почву, улучшает процессы связывания молекулярного азота свободноживущими азотофиксаторами (Берестецкий О.А., Возняковская Ю.М. и др., 1984). По их мнению внесение в почву органического вещества имеет наибольшее влияние по сравнению с другими факторами на активность несимбиотической азотофиксации.

В исследования проведенных на оподзоленном чернозёме слабогумусированном (содержание гумуса в слое 0-30см равно -4,2%), установлена высокая эффективность влияния культур севооборота, удобрений на воспроизводство органического вещества, продуктивность.

При запашке надземной массы и корней клевера в качестве зеленого удобрения -13,0 т/га (сухая масса), в почву поступило около 160 кг/га биологического азота, возвращено -57 кг фосфора, 131,7 кг калия, 187,4 кг кальция и 3999 кг/га углерода. Это положительно сказалось на урожае последующей культуры озимой пшеницы. Получена урожайность зерна 51,7 ц/га, сбор всей биомассы -169,7 ц/га, коэффициент использования ФАР составил -2,92%.

Под посев ячменя поступило в почву 118,9 ц/га сухой массы органического вещества (соломы и корней озимой пшеницы, зеленой массы горчицы белой). При заделке этой массы органики в почву поступило азота -80,7 кг/га, фосфора -21,2 кг/га, калия -98 кг/га, углерода -4225 кг/га

После уборки ячменя была осенью посеяна горчица белая на сидерат. С растительными остатками ячменя и горчицы белой в почву было заделано -103,4 ц/га органической массы, 78,2 кг/га азота и 3365кг углерода. Поступление в почву свежего органического вещества, питательных веществ благотворно сказалось на урожае гороха. Получен довольно высокий урожай -39,0 ц/га зерна. Вся биомасса гороха составила 119,4 ц/га, коэффициент использования ФАР равен 2,3%.В почву запахано 80,1 ц/га растительных остатков содержащих 112,2 кг/га азота, 28 кг/га фосфора, 41,0 кг/га калия и 2483 кг/га углерода.

Таким образом, благодаря систематическому поступлению в почву свежего органического вещества, в среднем -11,3 т/га (сухая масса), применению минеральных удобрений произошло улучшение плодородия почвы. Содержание гумуса увеличилось на 0,023% и достигло 4,226%, общего азота на 0,023% (до 0,0233%), гидролизуемого азота на 10,2 мг/кг почвы (до 170,4 мг/кг).

Одновременно повысилась продуктивность пашни до 64,8 центнеров кормоединиц с гектара.

Как показывают полученные результаты проведенных исследований, использование в качестве сидеральной культуры клевера, пожнивной горчицы белой, соломы зерновых, пожнивно корневых остатков культур, применение минеральных удобрений в дозах возмещающих вынос возможно наращивать содержание органического вещества в почве и получать хорошие урожаи культур.

АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ РОЛЬ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ

П.А. Постников, М.Н. Карпова
ГНУ Уральский НИИСХ Россельхозакадемии,
г. Екатеринбург, uralniishoz@mail.ru

Наряду с повышением продуктивности пашни, важное значение имеют вопросы экологизации. При разработке рациональной системы удобрения сельскохозяйственных культур, обеспечивающей наиболее полное использование растениями питательных веществ, важно знать их потери из почвы, в т.ч. вследствие вымывания. Эта статья расхода представляет практический интерес в связи не только с оптимизацией питания растений, но и с проблемой охраны окружающей среды [1].

Вымывание химических элементов зависит от многих факторов, но первое место следует поставить климатические, т.к. количество осадков и величина просочившейся воды – взаимосвязанные процессы [2]. В лизиметрических исследованиях установлено, что осадки полностью промачивали почву по профилю два раза в год: после снеготаяния и во время осенних дождей [3]. Летние осадки увлажняли почву на небольшую глубину и, как правило, в пределах мощности гумусового горизонта. Инфильтрация осадков через профиль почвы в среднем за год равняется 75 мм [4].

На основании обобщения данных лизиметрических опытов, проведенных у нас в стране и за рубежом, установлено, что вымывание из почвы катионов подчиняется следующей закономерности: $Ca>Mg>K>Na>NH_4$, а анионов – $Cl>SO_4>NO_3>PO_4$ [5].

Большое влияние на вымывание элементов питания из почвы оказывают удобрения. В ряде опытов с повышенными дозами показано[6], что химизация, особенно бедных почв, приводит к заметному увеличению ионной концентрации просачивающихся вод. На удобренных полях ежегодные потери питательных элементов могут достигать по азоту 22,6 кг, фосфора - 1,2 и калия - 16,6 кг/га [4]. На неудобренном фоне вымывается азота и калия на уровне 7,0 кг, а фосфора – всего 0,3 кг/га. По данным лизиметрического опыта [7], проведенного в Уральском НИИСХ, система удобрений, состоящая из навоза, минеральных туков и извести снижала миграцию азотных соединений на 12 % к контролю.

В данной связи в первой ротации полевых севооборотов интересовали следующие вопросы:

1. Определить влияние различных фонов питания на закрепление химических соединений в почве и их вынос с лизиметрическими водами.

2. Выявить воздействие севооборотов на миграционные процессы, происходящие в почве.

Регулярное изучение интенсивности миграции химических элементов в различных почвенных разностях Среднего Урала было начато в 1989 г. Учеты и наблюдения проводятся и в настоящее время.

Лизиметрическая установка состоит из 46 железобетонных колец площадью 0,75 $м^2$. Забивка колец проводилась по почвенным горизонтам на глубину 70 см. Просачивающаяся вода по полиэтиленовой трубке поступала в десятилитровые бутыли.

Полевые опыты с севооборотами заложены в 2000-2001 гг. на темно серой лесной и дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почвах, которые характеризовались следующими показателями: pH KCl – 5,5; Hг – 3,33 мг-экв. на 100 г почвы, N л.г. – 10,6 , P_2O_5 – 5,37; K_2O – 13,1 мг на 100 г почвы, гумус – 2,83 % (дерново-подзолистая). Темно-серая почва: pH солевой вытяжки - 5,5; Hг – 3,95 мг-экв. на 100 г почвы, N л.г. – 21,1; P_2O_5 – 17,0; K_2O – 13,6 мг на 100 г почвы, гумус – 5,26 %.

Севообороты были развернуты во времени и изучались на трех фонах питания по следующим схемам: зернопаротравяной – пар занятый - озимая рожь – пшеница с подсевом трав – клевер 1 г.п. – ячмень - овес; зернопропашной - однолетние травы, поукосно яровой рапс - пшеница – горох – ячмень – кукуруза – овес (темно-серая почва); зернопаросидеральный – пар сидеральный (рапс) – пшеница – овес – однолетние травы (вика + овес) – ячмень; зернотравяной – пар занятый с донником – ячмень – овес – горох – пшеница с посевом донника.

Фон питания

1. Без удобрений – контроль.
2. Минеральный фон – $N_{60}P_{60}K_{60}$
3. Органо-минеральный – $N_{30}P_{30}K_{30}$ (навоз 24 т/га, сидерат, солома).

По данным агрометеорологической станции "Исток" погодные условия 2001-2005 гг. заметно отличались от среднемноголетних показателей. За исключением 2004 г., во все годы наблюдений отмечено превышение количества атмосферных осадков за годичный цикл на 12-38 % по сравнению с среднемноголетними данными. Значительное влияние на инфильтрацию воды оказывало выпадение осадков в послеуборочный период (сентябрь-октябрь). Благодаря хорошему промачиванию слоя 0-70 см осенью, в весенний период просачивалось до 70-75 % от общего количества инфильтрата в течение года.

С осадками за год в почву поступило 258,8 кг угольной кислоты и 23,1 кг соединений азота, в структуре которого 62 % занимал аммоний, 18 % - нитраты, 20 % - нитриты. Поступление в почву фосфорной кислоты составило 2,1 кг, кальция – 59,4 кг, магния – 23,2 кг.

Однако необходимо отметить, что значительное количество воды из снежных запасов в почву практически не поступает. При высокой солнечной инсоляции в марте и первой декаде апреля они теряются в результате испарения с её поверхности. Так, на основании полученных данных по испарению мы рассчитали количественные потери элементов питания, которые не доходят до корневой системы растений. Среднегодовые потери азота от денитрификации составили около 9,8 кг/га или 30 %. Возврат окисей кальция и магния обратно в атмосферу равнялся 28,6 и 7,4 кг, а фосфора – 0,33 кг/га.

В среднем за вегетационный период на поверхность почвы выпадает около 15,6 кг азота, фосфора – 0,9, калия – 5,5 и кальция – 41,4 кг/га.

Применение биологических факторов, в первую очередь наличие многолетних бобовых трав в севообороте и запашка органических удобрений, оказывало положительное воздействие на сокращение непроизводительных потерь влаги из корнеобитаемого слоя. Так, просачивание атмосферных осадков через слой 0-70 см в севооборотах без клевера (зернопа-

росидеральный и зернопропашной) в среднем за год на неудобренном фоне составило 60,5-62,2 л/лизиметр или 81-83 мм (таблица 1).

Таблица 1. **Инфильтрация осадков из корнеобитаемого слоя в зависимости от вида севооборота и фона питания, л/лизиметр**

Севооборот	Показатель	Объем инфильтрации		
		1	2	3
Дерново-подзолистая почва				
Зернопаросидеральный с рапсом	За ротацию	302,9	154,9	221,4
	В среднем за год	60,5	31,0	44,3
Зернотравяной	За ротацию	199,2	194,9	104,1
	В среднем за год	39,8	39,0	20,8
Темно-серая почва				
Зернопропашной	За ротацию	311,0	258,9	245,1
	В среднем за год	62,2	51,8	49,0
Зернотравяной	За ротацию	288,2	231,2	226,1
	В среднем за год	57,6	46,2	45,2
Примечание: 1. Без удобрений; 2. Минеральный фон – $N_{60}P_{60}K_{60}$; 3. Органо-минеральный фон – $N_{30}P_{30}K_{30}$ + навоз 24 т/га, сидераты, солома				

Со стоком инфильтрата в среднем на 1 гектаре севооборотной площади теряется около15 % воды от общего количества атмосферных осадков, выпавших за год. Введение в севообороты клевера или донника способствовало уменьшению стока воды из корнеобитаемого слоя на естественном фоне в 1,1-1,5 раза по отношению к севооборотам без многолетних трав.

Запашка сидерата из рапса в зернопаросидеральном севообороте, благодаря увеличению водоудерживающей способности почвы за счет накопления большого количества растительной надземной массы и корней, способствовала закреплению влаги в изучаемом профиле почвы по сравнению с неудобренным фоном. Аналогичные закономерности отмечены в зернотравяных севооборотах при запашке отавы и соломы 1 раз за ротацию. Обобщенные данные за ротацию зернотравяных севооборотов свидетельствуют, что непроизводительные потери воды из слоя 0-70 см дерново-подзолистой почвы на органо-минеральном фоне не превышали 20,8 л/лизиметр, что почти два раза ниже по отношению к естественному фону питания.

Потери питательных элементов из почвы посредством вымывания обуславливаются двумя факторами – концентрацией самих химических соединений в почвенном растворе и количеством воды просочившейся через корнеобитаемый слой в грунтовые воды. Концентрация элемента в

почве находится в прямой зависимости от окультуренности почвы и применения доз минеральных удобрений.

Применение минеральных удобрений в дозе N_{60} $P_{60}K_{60}$ способствовало повышению концентрации азота, фосфора и калия в инфильтрате по отношению к неудобренному фону (таблица 2). При уменьшении дозы минеральных удобрений в два раза в большинстве случаев обнаружено снижение концентрации химических соединений по сравнению с двойной дозой минеральных туков.

Таблица 2. **Концентрация элементов питания в лизиметрических водах на темно-серой почве, мг/л**

Севооборот	Фон питания	Элементы питания, мг/л		
		N	P_2O_5	K_2O
Зернопропашной	Контроль	4,90	0,14	6,20
	Минеральный ($N_{60}P_{60}K_{60}$)	5,81	0,12	13,2
	Органо-минеральный ($N_{30}P_{30}K_{30}$)	5,32	0,16	12,6
Зернотравяной	Контроль	5,86	0,18	10,4
	Минеральный ($N_{60}P_{60}K_{60}$)	10,3	0,17	13,2
	Органо-минеральный ($N_{30}P_{30}K_{30}$)	7,8	0,21	13,0

Анализ лизиметрических вод показал, что на дерново-подзолистой почве в контроле концентрация большинства макроэлементов было выше по сравнению с темно-серой почвой. Это свидетельствует о лучшем биологическом закреплении элементов питания под возделываемыми культурами на данном типе почвы.

Сравнивая между собой севообороты по концентрации минерального азота в лизиметрических водах, следует сказать, что под культурами зернотравяном севообороте количество минерального азота в инфильтрате выше, чем в зернопропашном. Это связано с тем, что, благодаря наличию в севообороте клевера, который большую часть азота получает из воздуха за счет симбиоза с клубеньковыми бактериями [8], часть минерального азота из удобрений остается неиспользованной растениями. Кроме того, наличие пропашной культуры в зернопропашном севообороте увеличивает потребление азота из почвы и удобрений на формирование зеленой массы кукурузы. Поэтому дозу азота в зернотравяных севооборотах следует устанавливать с учетом последействия биологического азота,

чтобы не допускать его избытка в почве и увеличения потерь из корнеобитаемого слоя [9].

Анализ данных по миграции макроэлементов из пахотного и подпахотного горизонтов дерново-подзолистой почвы показал, что применение минеральных и органических удобрений (солома гороха и ячменя, отава донника) в период освоения зернотравяных севооборотов позволило снизить в сравнении с неудобренной пашней среднегодовые потери подвижных форм азота в 6,0 раз (таблица 3). Аналогичная тенденция выявлена на темно-серой почве.

Таблица 3. **Вымывание элементов питания из корнеобитаемого слоя почвы в зернотравяных севооборотах в зависимости от системы удобрений**

Культура севооборота	Фон питания	Элементы питания, кг/га (в среднем		
		N	P_2O_5	K_2O
Дерново-подзолистая почва				
1. Пшеница +донник	1	19,6	0,245	14,3
2. Донник	2	15,0	0,573	8,0
3. Ячмень 4. Овес 5. Горох	3	3,0	0,072	8,8
Темно-серая почва				
1. Пар занятый	1	13,3	0,14	12,7
2. Озимая рожь 3. Пшеница +	2	13,4	0,15	13,1
травы 4. Клевер 5. Ячмень	3	8,7	0,18	12,5
Примечание: 1. Без удобрений; 2. Минеральный фон – $N_{60}P_{60}K_{60}$; 3. Органо-минеральный фон – $N_{30}P_{30}K_{30}$ + навоз 24 т/га, сидераты, солома				

Закрепление фосфора в корнеобитаемом слое почвы было более значительным и среднегодовые его потери под культурами от вымывания не превышали 0,07-0,57 кг/га.

В первой ротации севооборотов непроизводительные потери калия с инфильтратом на неудобренном фоне питания составили 12,7-14,3 кг/га. На дерново-подзолистой почве при применении удобрений выявлено снижение миграции обменной формы калия в 1,6-1,8 раза, на темно-серой почве четких закономерностей выявить не удалось.

Таким образом, введение многолетних бобовых трав в севооборот и применение органических удобрений (навоз, сидераты, солома) обеспечило уменьшение инфильтрации влаги в 1,1-2,0 раза.

Внесение минеральных удобрений в дозе $N_{60}P_{60}K_{60}$ способствовало повышению концентрации азота, фосфор и калия в инфильтрате по отношению к неудобренному фону. При сочетании умеренных доз минеральных туков с органическими удобрениями в большинстве вариантов наблюдалось снижение концентрации химических соединений по сравнению с двойной дозой удобрений.

Литература

1. Безлюдный Н.Н. Миграция азота в профиле дерново-подзолистых почв БССР / Н.Н. Безлюдный, Т.Н. Денисова, А.К. Петрович // Агрохимия. 1982. № 6. С.12-17.

2. Бобрицкая М.А. Вымывание питательных элементов из пахотных почв Нечерноземной зоны РСФСР / М.А. Бобрицкая // Агрохимия. 1975. № 11. С.142-153.

3. Коротков А.А. Вымывание элементов питания из дерново-подзолистых почв суходольного луга / А.А. Коротков, О.А. Буркова // Почвоведение. 1994. № 3. С. 63-68.

4. Шатилов И.С. Баланс элементов минерального питания в севообороте на суглинистой дерново-подзолистой почве / И.С. Шатилов, А.Г. Замараев, Г.В. Чаповская // Вестник сельскохозяйственной науки. 1980. № 5. С.41-51.

5. Петербургский А.В. Потери питательных веществ из почвы и внесенных удобрений вследствие вымывания / А.В. Петербургский, В.И. Никитишен, В.П. Шабаев // Агрохимия. 1976. № 7. С.144-155.

6. Юшкевич И.А. Потери минеральных удобрений из дерново-подзолистых почв по данным лизиметрических исследований / И.А. Юшкевич // Применение лизиметрических методов в почвоведении, агрохимии и ландшафтоведении. М., 1972. 135 с.

7. Салангинас Л.А. Миграция химических соединений из темно-серой лесной тяжелосуглинистой почвы / Л.А. Салангинас // Селекция, семеноводство и технологии выращивания основных сельскохозяйственных культур на Среднем Урале: тр. УралНИИСХоза. Т.59. Екатеринбург, 2000 . С.213-218.

8. Трепачев Е.П. Симбиотическая азотфиксация как фактор экологической безопасности и плодородия почв / Е.П. Трепачев // Экологические проблемы химизации в интенсивном земледелии: сб. тр. ВИУА. М., 1990. С.79-88.

9. Лаврова И.А. Трансформация азота удобрений в почве и использование его растениями / И.А. Лаврова, Д.А. Филимонов // Обзорная информация. ВНИИТЭСХ. М., 1976. 59 с.

ПРОДУКЦИЯ МИКРОБНОЙ КОНВЕРСИИ – АЛЬТЕРНАТИВА ТРАДИЦИОННЫХ УДОБРЕНИЙ

Г.Ю. Рабинович, Н.Г. Ковалев
ГНУ ВНИИМЗ Россельхозакадемии, г. Тверь, vniimz@list.ru

Потенциальное плодородие – это относительно стабильная характеристика почвы, определяемая общим запасом в ней гумуса, микробного пула и питательных элементов, а эффективное плодородие – это проявление потенциального плодородия почв, как основного природного ресурса и тех материальных средств, которые используются в сельскохозяйственном производстве [Панников В.Д., Минеев В.Г., 1987]. Преобладание в большинстве агроэкосистем минерализации органического вещества почвы над его синтезом ведет к постепенной утрате пахотными почвами гумуса, что является причиной падения почвенного плодородия при их сельскохозяйственном использовании [Паринкина О.М. с соавт., 1995]. Зачастую потеря почвами плодородия происходит при активизации микрофлоры. В то же время микрофлора – один из ключевых элементов почвенного плодородия, поэтому при землепользовании стараются добиться максимального присутствия агрономически полезных микроорганизмов в почвах сельхозугодий.

Реальное воспроизводство израсходованного за счет эксплуатации почв потенциала осуществляется путем внесения удобрений: минеральных, органоминеральных и особенно органических. Их разумное применение способно эффективно изменять почвенное плодородие, позволяя развиваться почвенной микрофлоре. Органическое вещество удобрений, являясь источником энергии и углеродной пищи для большинства микроорганизмов [Берестецкий О.А., 1986], способствует их интенсивному размножению, тем самым регулируя микробный пул почвы и обеспечивая поддержание ею гомеостаза. Наряду с этим единый микробоценоз почвы и удобрений, активно участвуя в процессах круговорота веществ, способен обеспечивать протекание в почве самых разнообразных процессов. Среди них: накопление элементов минерального питания, необходимых для формирования растений, регуляция реакции почвенного раствора, самоочищение.

Классические подходы и мероприятия, используемые для поддержания плодородия почв в гумидной зоне РФ на требуемом уровне, в последние годы получили развитие именно в связи с необходимостью внедрения концепции биологической интенсификации, которую фактически можно считать основополагающей в развитии биологического земледелия в России. Дальнейшее развитие этой концепции может быть достигнуто за счет разработок и достижений сельскохозяйственной биотехнологии. Вместе с тем решение проблемы сохранения и воспроизводства плодородия

связано и с использованием идеи создания биодинамических хозяйств, в которых предполагается производство большого объема экологически чистой продукции за счет использования биосредств, получаемых путем биоконверсии (микробной конверсии), и вовлечения в круговорот вещества и энергии собственного потенциала почвы.

Экологическая безопасность продукции, получаемой путем микробной конверсии и предназначенной для использования на удобрительные цели, подкрепляется более высокой по сравнению с традиционными удобрениями эффективностью, объясняемой углубленной мобилизацией инертных органических соединений, переведенных в разряд доступных для растений.

Близки по качеству к биоконверсионным продуктам классические компосты (их эффективность доказана на практике). Но длительные сроки их приготовления, не всегда соответствующая требованиям безопасности степень экологической чистоты и порою несбалансированный (неотрегулированный) состав заставили разработать новые способы микробной переработки сырьевых ресурсов в специальных установках – биореакторах. Получаемые биоконверсией продукты отличаются высокой питательной ценностью, элементный состав которых, физиологические показатели, уровень обсемененности полезной микрофлорой способствуют существенному увеличению урожайности сельскохозяйственных культур, оптимизации структуры урожая и повышению его качества.

Наряду с развитием биотехнологий, связанных с производством биоудобрений, осуществляется разработка и внедрение принципиально новых биосредств класса биопрепаратов. Значение последних, в отличие от удобрений, не наполнение почвы дополнительным структурирующим материалом, а эффективная мобилизация почвенного биопотенциала (ее биоты и органического вещества) за счет присущих им свойств.

При использовании удобрительных субстратов, богатых углеродом, происходит накопление и воспроизводство гумуса. В противном случае микроорганизмы почвы и обогащенного ими удобрения, развиваясь, иммобилизуют значительное количество азота, делая его недоступным для растений. Именно поэтому использование подобных биосредств в качестве мелиорирующего начала предполагается совместно с носителями структуры, то есть с традиционными и нетрадиционными удобрениями, пожнивными остатками и т.п.

Разработка, как в России, так и за рубежом технологий получения и использования высокоэффективных и экологически безопасных биомелиорирующих средств, предназначенных для оптимизации питания, стимуляции роста и защиты растений, а также для восстановления и активизации микробного ценоза почвы и обогащения ее питательными веществами, является одним из приоритетных направлений современной био-

технологии. Среди всех биосредств, получаемых как синтетическим, так и микробиологическим путем, в последние годы всё более заметное место стали занимать имеющие широкий спектр положительных эффектов.

Продукты, получаемые путем микробной конверсии (биоудобрения и биопрепараты), могут широко применяться вследствие полифункциональности присущих им свойств. Использование различных биосредств в землеудобрительных целях направлено как на улучшение структурности почвы (при применении полноценных удобрений), так и на усиление в почвах процессов мобилизации, стимулирующих в конечном итоге деятельность педотрофов (при применении биопрепаратов, биостимуляторов, иммуностимуляторов и пр.). Таким образом, биопрепараты и биоудобрения в целом выполняют структурирующие, мобилизующие, стимулирующие и протекторные функции, способствуя улучшению свойств почвы и развитию растительности. Ниже приводятся характерные свойства некоторых из известных в России продуктов биоконверсии при использовании их в качестве удобрений и биопрепаратов.

В настоящее время известно большое количество разнообразных компостов, в частности, биокомпост «БИУД», Био-Ком – биоорганические удобрения, с относительно высоким содержанием органического вещества и питательных веществ, нейтрально-слабо щелочной реакцией среды, невысокой влажностью, и оптимальным соотношением C:N [www.biud.ru]. В целом эти и аналогичные биокомпосты способствуют улучшению кислотно-щелочного баланса и физико-механических (водных, воздушных, тепловых и др.) свойств почвы, снижая потребности в других специальных удобрениях в 3-3,5 раз. Минимальные дозы внесения биокомпостов обычно в 3-4 раза ниже доз традиционных компостов.

Удобрения и препараты, получаемые на основе гуминовых кислот и их солей, способны оказывать комплексное воздействие на почву, улучшая ее физические, химические и биологические свойства. Гуматсодержащие удобрения и биопрепараты способны осуществлять протекторную функцию, препятствуя попаданию токсических элементов и соединений в растения, увеличивают ее буферную емкость, препятствуют закислению почв, придают почвенной влаге структуру, характерную для талой воды, интенсифицируют деятельность различных групп микроорганизмов (аммонифицирующих – в 3-5 раз, нитрифицирующих – в 3-7 раз и др.), увеличивают проницаемость мембран клеток корня, поэтому культивируемые при их использовании растения становятся более устойчивыми к эрозионным процессам.

«Биоперегной», приготавливаемый по уникальной технологии из биогумуса, перегноя, почвы, вермикулита (агроперлита), древесных опилок, речного песка улучшает энергию прорастания семян, стимулирует корнеобразование и приживаемость рассады и саженцев, повышает их

устойчивость к заболеваниям, стрессовым условиям произрастания и значительно сокращает сроки созревания [ТУ 9819-001-71249625-05].

Близко к «Биоперегною» пастообразное биосредство «Эффектон», получаемое в результате активного компостирования торфа с внесением в него минеральных добавок, сланцевой золы или известковой доломитовой муки, хлористого калия и фосфоритной муки [Лебедев А.Д., Гамаюнов С.Н., 2002 г]. Под действием «Эффектона» стимулируется образование корней, активизируются процессы дыхания и фотосинтеза, повышается использование элементов питания, обеспечивается устойчивость растений к резким колебаниям температуры, влажности и загрязненности воздуха, к болезням и вредителям.

Биопрепарат ГУМИСТИМ содержит в себе все компоненты биогумуса в растворенном состоянии. Он повышает всхожесть и энергию прорастания семян, стимулирует корнеобразование у растений, способствует быстрому укоренению черенков, стимулирует рост и ускоряет развитие растений, снижает содержание нитратов в плодах и овощах, препятствует поступлению тяжелых металлов и радионуклидов в растения, увеличивает содержание сахаров, белков и витаминов, устраняет хлороз и стимулирует цветение и плодоношение, усиливает устойчивость растений к заболеваниям [ТУ-0392-002-41267614-2004, ОКП 039222].

Широкую известность получили ЭМ-технологии. Благодаря им получаемые биосредства, представляющие собою живое сообщество более 80 тщательно подобранных агрономически полезных почвенных микроорганизмов и известные в мире как «ЕМ» (effective microorganisms), способны резко повышать урожайность, ускорять сроки созревания культур (на 10-15 дней). Вместе с тем они повышают содержание витаминов и каротина в плодах, ускоряют образование гумуса, переводят почвенные микро- и макроэлементы в легкоусвояемые формы, экспрессно (за две-три недели) преобразуют органические отходы в компост и устраняют неприятные запахи гниения органических отходов.

Итак, на мировом рынке существует большое разнообразие продукции биоконверсионных технологий с полифункциональными свойствами и имеющими принципиальные отличия в технологиях производства. Понятно, что для достижения запланированного уровня плодородия путем использования возможностей сельскохозяйственной биотехнологии должен использоваться комплекс биотехнологических разработок, либо применяемые разработки должны характеризоваться многофункциональностью и широким спектром применения. К таким разработкам относится взаимодополняющая друг друга продукция инновационных технологий ВНИИМЗ – компост многоцелевого назначения (КМН) и жидкофазные биосредства (ЖФБ).

КМН, производимый по технологии аэробной твердофазной ферментации, удостоенной Государственной премии РФ, получил широкую известность и внедрен во многих регионах России. КМН активизирует аммонифицирующую, амилолитическую, фосфатмобилизующую и целлюлозоразрушающую микрофлору почвы, а также увеличивает активность оксидоредуктаз, которые в результате своей деятельности обеспечивают почвенный раствор необходимыми для растений элементами питания: доступными азотом, калием и фосфором. В результате КМН способствует формированию очень высокой продуктивности сельскохозяйственных культур, поддержанию и воспроизводству почвенного плодородия, созданию благоприятной экологической обстановки вокруг животноводческих комплексов.

КМН используется и в качестве основного удобрения, и в качестве подкормки в полеводстве, овощеводстве, тепличном хозяйстве, цветоводстве. Его использование, как оказалось, целесообразно сопровождать применением биопрепаратов, которые легко вносятся (жидкие) и которые способны оказывать целенаправленное воздействие на обмен веществ растений на различных стадиях их онтогенеза с одновременной активацией почвенных процессов. Применение ЖФБ дополняет действие КМН как основного удобрения, обеспечивая формирование сельскохозяйственной продукции высокого качества.

Количество микроорганизмов в свежем жидкофазном биосредстве достигает n x 10^{12} КОЕ/мл. В нем отсутствует патогенная микрофлора и паразиты, поэтому его использование в качестве стимулятора растений и землеудобрительного биопрепарата безопасно для почвы и растений. В составе ЖФБ различные микроэлементы, в том числе: медь, цинк, марганец, железо. Марганцево-железистое соотношение достигает 2,1 – достаточное для оптимального питания культурных растений (оптимум – 1,5-2,5). Общая совокупность свойств ЖФБ: экологическая и санитарная чистота, благоприятный pH, высокое содержание биогенных элементов и микроэлементов и особенно высокий уровень микробной обсемененности обеспечивают эффективную биостимулирующую активность при возделывании самых разных сельскохозяйственных культур.

В качестве примера покажем, как на почвенные процессы и развитие растений картофеля влияет совместное применение КМН, вносимого локально в качестве основного удобрения, и ЖФБ, используемого на основных фазах роста и развития культуры (по данным 2011 г.). Применение КМН способствовало росту продуктивности картофеля относительно контроля (без удобрений) (табл. 1). Этот эффект КМН был давно доказан, он заметен как при сплошном, так и при локальном способе внесения КМН. ЖФБ по фону КМН также дает дополнительный прирост уровня продук-

тивности при обозначенной дозе (табл. 1), в более высокой дозировке жидкофазное биосредство способно проявить ингибирующий характер.

Эффект от применения ЖФБ проявляется в качественных изменениях почвенных показателей, формирующих плодородие почвы, а также отражается на качестве клубней картофеля.

Опрыскивание удобренных КМН посадок картофеля ЖФБ обеспечивало в почве, с одной стороны, рост численности аммонификаторов на 28-30% и $N\text{-}NH_4$ – на 30-33%, с другой стороны, микроорганизмов, мобилизующих органофосфаты – на 7-10% и P_2O_5 – на 15-18%.

Таблица 1. **Урожайность картофеля под влиянием продуктов микробной конверсии – КМН и ЖФБ**

Вариант опыта	Урожайность, т/га	± к контролю
Контроль 1 – б/у	28,2	–
Контроль 2 – КМН (4 т/га)	34,7	+ 6,5
КМН (4 т/га) + ЖФБ (1,7 л/га)	37,0	+ 8,8
$НСР_{05}$	2,1	

Прием опрыскивания картофеля ЖФБ по сравнению с приемами полива посадок и обработки семенного материала оказался лучшим способом применения жидкофазного биосредства в отношении формирования сильных растений и качественной продукции. Рост урожая картофеля при использовании ЖФБ происходил за счет увеличения товарной продукции (крупного картофеля) – средняя масса картофельных клубней возросла с 91 г на контроле (КМН) до 116 г (КМН + ЖФБ в дозах 0,05-0,1 л/м^2). Более массивные клубни характеризовались и лучшими показателями качества: в них увеличилось содержание протеина – на 25-30%, фосфора – на 10-12%, клетчатки на 7-10%.

Отметим также, что совместное применение КМН и ЖФБ при выращивании различной сельскохозяйственной продукции, в первую очередь овощей, способствует с одной стороны, накоплению моносахаров и аскорбиновой кислоты, с другой стороны, – существенному (до 70%) снижению нитратосодержания.

В целом биотехнологическая продукция ВНИИМЗ обеспечивает высокую отзывчивость почвы и растений на ее применение. Основополагающими факторами являются высокая обсемененность как КМН, так и ЖФБ агрономически полезной микрофлорой, наличием сбалансированного макро- и микроэлементного состава и физиологически активных соединений. Эффективность и высокая конкурентоспособность КМН и ЖФБ доказывают их альтернативный характер существующим традиционным

удобрениям, они с успехом могут использоваться в системах удобрения, разработанных для разных земледельческих зон РФ.

ЭФФЕКТИВНЫЕ СПОСОБЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОЛОМЫ ДЛЯ ВОСПРОИЗВОДСТВА ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ

И.В. Русакова

ГНУ ВНИИОУ Россельхозакадемии, г. Владимир, rusakova.iv@yandex.ru

В последние годы в России и за рубежом все большую озабоченность вызывает проблема экологически безопасной утилизации отходов растениеводства. В связи с сокращением поголовья скота, бесподстилочным содержанием животных объемы соломы, применяемой в животноводстве, значительно сократились. Так, по данным Минсельхоза РФ, в 2005 году было заготовлено всего 7,9 млн. т соломы на корм (8,4 %), 2010 г – 4,8 млн.т (7,2 % от валового сбора). В земледелии в качестве удобрения солома до сего времени используется в недостаточных объемах и крайне нерационально, по расчетам ГНУ ВНИИОУ – не более 20 % валового сбора, в тоже время продолжается практика ее сжигания. При таком варварском способе утилизации растительных остатков из биологического круговорота выводится до 20-25 млн. т углерода и 250 тыс. т азота, дымом, оксидами углерода и азота, «черным углеродом» загрязняется атмосферный воздух. Более широкое вовлечение пожнивных остатков в биологический круговорот и увеличение объемов использования соломы на удобрение настоятельно диктуется не только требованиями экологически безопасной ее утилизации, но и необходимостью соблюдения «закона возврата» отчуждаемых с урожаем элементов питания для сохранения плодородия пахотных почв. В современном ресурсно-дефицитном земледелии применение органических удобрений в РФ стабилизировалось на низком уровне – около 50 млн. т в год (менее 1 т/га посевной площади), вносятся они всего на 5-7% площади пахотных почв. Минеральные удобрения получают не более 45 % посевной площади, уровень их внесения составляет в среднем 36 кг/га.

В целом по России с соломой зерновых и зернобобовых культур, при использовании ее на удобрение в объемах около 50 % валового сбора, или 43-64 млн. т, ежегодно можно возвращать в почву до 1134 тыс. т д.в. NPK (60 % от уровня внесения с минеральными удобрениями), 17 - 26 млн. т углерода, фиксированного из атмосферы в результате фотосинтеза (по содержанию органического вещества 1 тонна соломы эквивалентна 3,5–4,0 тоннам навоза) и на 6,3 млн. т пополнять запасы гумуса (до 160-200 кг на каждую тонну соломы), накопление до 250 тыс. т биологически фиксированного азота.

В результате многолетних исследований, выполненных во ВНИИОУ, получены экспериментальные данные по агроэкологической эффективности различных способов использования соломы на удобрение, разработаны технологии ее использования и технологические приемы повышения эффективности.

В длительном полевом опыте на дерново-подзолистой супесчаной почве установлено, что внесение соломы озимой пшеницы, люпина и ячменя (9 т за ротацию) в зернопропашном севообороте на фоне средних доз минеральных удобрений (N60P51K57) способствует воспроизводству плодородия почвы: сохранению и увеличению запасов гумуса и азота – на 8-10 %; увеличению численности и биомассы почвенных микроорганизмов – в 1,3-1,9; оптимизации структурного состояния и содержания водопрочных агрегатов; снижению плотности сложения – на 8-12 %. Наиболее эффективно внесение соломы под картофель и люпин (прибавка урожайности картофеля -10-13 ц/га, люпина (зерно) – до 3 ц/га). В среднем за 2 ротации зернопропашного севооборота 2х - 3х кратное использование соломы озимой пшеницы, люпина, ячменя (по 3 т/га) на фоне NPK обеспечило дополнительное получение 40,5 ц з.ед./га, или 9,5 ц з.ед./га относительно фона минеральных удобрений. Использование соломы в среднегодовых дозах 2,25 – 2,5 т/га с разнокачественным биохимическим составом (зерновых и зернобобовых культур) не сопровождалось ухудшением фитосанитарного состояния почв и посевов и обеспечивало рост продуктивности севооборота на 0,8-1,1 ц/га в расчете на 1 т соломы (табл. 1).

Таблица 1. **Продуктивность зернопропашного севооборота (люпин – картофель – ячмень - однолетние травы), ц з.ед./га (в среднем по 2-ум полям)**

Вариант	В среднем за 2 ротации (1998-2007 г.г.)			
	Суммарная продуктивность	Прибавка		
		к контролю	к фону NPK	на 1 т соломы
1. Без удобрений	91,6	-	-	-
2. NPK - фон	122,6	31,0	-	-
3. Фон + солома 9 т/га	132,1	40,5	9,5	1,05
5. Фон + солома 6 т/га	127,6	36,0	5,0	0,83
6. Фон + солома 3 т/га	123,1	31,5	0,5	0,17

Одним из приемов повышения эффективности соломы является запашка ее с биомассой пожнивных сидеральных культур, которые целесообразно высевать после уборки и измельчения соломы озимых. В цен-

тральных и других областях Нечерноземной зоны РФ в качестве зеленого удобрения пригодны пожнивные посевы горчицы белой, редьки масличной, рапса ярового и озимого, фацелии. После уборки зерна измельченная и равномерно распределенная по поверхности поля солома заделывается в верхнюю часть пахотного слоя (с компенсирующей дозой азота или полным минеральным удобрением) посредством дискования, высевается сидеральная культура, лучше всего сем. крестоцветных. Через 50-60 дней, когда пожнивная сидеральная культура как правило успевает сформировать до 100-200 ц/га и более зеленой массы и вступает в фазу цветения, она скашивается (при высокой урожайности – измельчается) и производится зяблевая вспашка. Сочетание соломы озимой пшеницы и пожнивного сидерата является экологически целесообразным, т.к. при такой комбинации соотношение C:N в запахиваемой фитомассе становится более благоприятным для сапрофитной почвенной микрофлоры. Свежее органическое вещество и элементы питания, возвращенные в почву с соломой и фитомассой сидератов, выполняют важнейшие агроэкологические функции: способствуют оптимизации гумусового и биологического состояния почв, сохранению и накоплению гумуса. Поступление в почву дополнительного количества элементов питания с биомассой соломы и пожнивной сидеральной культуры и оптимизация биологического и гумусного состояния пахотного слоя обеспечили увеличение эффективного плодородия почвы и получение достоверных прибавок урожая люпина и картофеля по отношению к контролю без удобрений и варианту NPK. Максимальное увеличение урожайности этих культур, составившее для люпина 3,0 ц/га (36 %), для картофеля 100 ц/га (82 %), отмечено на варианте 4 с осенней заделкой СОП и ПС (табл. 2).

Таблица 2. **Урожайность люпина и картофеля при использовании на удобрение соломы и пожнивного сидерата**

Вариант	Люпин (зерно) (в ср. 2008–2009 гг.)			Картофель (в ср. 2009–2010 гг.)		
	Урожайность, ц/га	Прибавка		Урожайность, ц/га	Прибавка	
		ц/га	%		ц/га	%
1.Без удобрений	8,3	–	–	122	–	–
2.NPK-фон	9,0	0,7	8	178	56	46
3.Фон+СОП, СЛ	10,3	2,0	24	204	82	67
4.Фон+СОП+ПС+СЛ	11,3	3,0	36	222	100	82
5.Фон+СОП+ПС	11,0	2,7	33	202	80	66
$НСР_{05}$		1,2			25	

Примечание: СОП - солома озимой пшеницы, СЛ – солома люпина, ПС – пожнивный сидерат

Результаты проведенных научных исследований позволяют рекомендовать как агрономически и экологически целесообразный прием для использования в сельскохозяйственном производстве, применение бесподстилочного навоза в сочетании с соломой. Так, в полевом опыте прибавка урожая картофеля на варианте с совместным использованием соломы озимой пшеницы (3 т/га) и полужидкого бесподстилочного навоза КРС оказалась достоверно более высокой (61 ц/га), чем при применении одного бесподстилочного навоза (44 ц/га) и была на уровне варианта с подстилочным навозом (55 ц/га). В целом, продуктивность звена севооборота картофель – ячмень составила – 51,3 ц з.ед./га, что соответствовало уровню продуктивности на варианте с подстилочным навозом (50,0 ц з.ед./га) и на 4,9 ц з.ед./га выше, по сравнению с бесподстилочным навозом (табл. 3). Данный прием способствует также снижению потерь азота и вымыванию его за пределы почвенного профиля за счет биологической иммобилизации микроорганизмами, участвующими в разложении соломы.

Для наиболее рационального использования соломы, как существенного дополнительного ресурса органического вещества, необходима разработка способов повышения ее эффективности в отношении оптимизации гумусного состояния пахотных почв, что является одной их актуальнейших проблем современного земледелия.

Таблица 3. **Эффективность соломы озимой пшеницы в сочетании с бесподстилочным навозом КРС**

Вариант	Картофель (действие) 2003-2004 г.г.		Ячмень (последействие) 2004-2005 г.г.		Продуктивность звена	
	урожайность	прибавка	урожайность	прибавка	продуктивность	прибавка
	ц/га				ц з.ед./га	
1.Без удобрений	109	-	6,9	-	34,2	-
2.N120P90K120	184	75	8,7	1,8	54,7	20,5
3.Подстилочный навоз КРС (ПН) – N120	164	55	9,0	2,1	50,0	15,8
4.Бесподстилочный навоз КРС (БН) – N120	153	44	8,1	1,2	46,4	12,2
5.Солома оз. пш. (3 т/га) + ПН	172	63	9,1	2,2	52,1	17,9
6.Солома оз. пш. (3 т/га) + БН	170	61	8,8	1,9	51,3	17,1
$НСР_{05}$	17		1,3			

Решить проблему наиболее эффективного использования растительных остатков можно с помощью новых технологий, базирующихся на

использовании биопрепаратов, созданных на основе достижений биотехнологии. В состав этих биопрепаратов входит консорциум микроорганизмов, которые способны ускорять разложение корне-пожнивных остатков и соломы, фиксировать атмосферный азот, увеличивать доступность почвенных запасов фосфора и калия, подавлять развитие патогенных вредных организмов.

Использование биопрепаратов, содержащих эффективные штаммы микроорганизмов, позволяет регулировать состав и численность микробного комплекса, конструировать почвенные фитомикробные системы в нужном направлении с целью ускорения разложения растительных остатков, обеспечения воспроизводства почвенного плодородия, высокой и устойчивой продуктивности растений при минимальных ресурсо- и энергозатратах.

К преимуществам биопрепаратов можно отнести:

- экологическая безопасность для человека, животных, птиц, насекомых;
- простой и эффективный производственный процесс получения;
- низкая стоимость (в 8-10 раз ниже стоимости минеральных удобрений);
- высокая эффективность (прибавка урожая от 10 до 50 %).

В результате проведенных НИР по оценке эффективности методов утилизации растительных остатков с использованием микробиологических препаратов в лабораторных, вегетационных и полевых опытах установлено, что использование биопрепарата-гумификатора Баркон для инокулирования стерни и соломы зерновых культур перед внесением ее в почву в качестве удобрения, стимулируя рост численности почвенной сапрофитной микробиоты и содержания микробной биомассы без увеличения размеров эмиссии $C\text{-}CO_2$, увеличению коэффициента гумификации пожнивных остатков, повышению содержания в почве общего органического и легкоразлагаемого углерода (табл. 4).

Обработка соломы Барконом устраняет фитотоксический (депрессирущий) эффект при ее использовании в качестве удобрения, положительно влияет на рост и развитие растений.

Способ использования соломы в качестве удобрения с применением биопрепарата Баркон позволит в перспективе обеспечить условия более эффективной утилизации пожнивных остатков и нетоварной части урожая зерновых и зернобобовых культур (а также других отходов растениеводства) для оптимизации гумусного состояния пахотных почв. Применение биопрепаратов-деструкторов, способствующих наиболее полной трансформации растительной биомассы, особенно актуально и эффективно:

- при использовании высоких доз соломы;

- в специализированных, насыщенных зерновыми культурами севооборотах;

- заделке растительных остатков под зерновые (озимые) культуры;

- в ресурсосбрегающих технологиях и др., т.е. в тех ситуациях, когда необходимо обеспечить условия скорейшего разложения растительной биомассы, применяемой в качестве удобрения, для предотвращения ее негативного влияния и усиления положительного действия.

Таблица 4. **Показатели эффективности использования биопрепарата Баркон**

Показатель	Без удобрений	Солома (озимой пшеницы, ячменя) + NPK	Солома + Баркон + NPK	Солома	Солома + Баркон
Суммарная БА, %	100	174	223	122	149
$С_{эгв}$, мг/кг почвы	148	205	242	165	188
$С_{мб}$, мг/кг почвы	289	372	439	333	386
Урожайность люпина (зерно), ц/га	8,3	10,3	11,3	6,8	7,7
Урожайность однолетних трав (сено), ц/га	45	68	73	38	43
Пораженность люпина антракнозом, %	15	25	20	30	25

Таким образом, в результате проведенных научных исследований установлено, что использование растительных остатков на удобрение без отчуждения с поля, исключая сжигание, обеспечивает экологически безопасную их утилизацию, возврат в почву элементов питания и углерода, экономию трудовых и материальных затрат. Приемы повышения эффективности использования соломы на удобрение способствуют сохранению и воспроизводству плодородия почв и позволяют получить прибавки урожайности с получением экономического эффекта.

ПРИЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИДЕРАТОВ В ПОДТАЕЖНОЙ ЗОНЕ СИБИРИ

И.Б. Сорокин, Е.А. Сиротина, Л.В. Петрова, А.В. Удалой

ГНУ СибНИИСХиТ Россельхозакадемии, г. Томск, sorokin.ib@mail.ru

«В настоящее время 56 млн. га пашни (45%) с низким содержанием гумуса. Среднегодовой дефицит гумуса в пахотном слое в среднем по России составляет 0,52 т/га, по отдельным регионам изменяется от 0,25 до

0,72 т/га. Системы земледелия должны быть построены таким образом, чтобы воспроизводство гумуса в почвах и содержание основных питательных веществ не требовали специальных затрат, а явились следствием мероприятий, направленных на повышение продуктивности агроценозов и защиту почв от различных видов деградации» [1]. Этим задачам соответствует накопление органического вещества (ОВ) непосредственно в агроценозах с применением сидератов.

Цель исследований: разработать ресурсосберегающие способы применения сидератов, повышающие содержание почвенного ОВ и продуктивность агроландшафтов подтаежной зоны. Задачи: – оценить баланс ОВ в севооборотах подтаежной зоны; - изучить влияние местных биоресурсов на урожайность зерновых культур.

Объекты и методы исследований. Нормативным методом [2], который учитывает компенсацию минерализации гумуса корневыми и пожнивными остатками (в условном ОУ), рассчитан теоретический баланс ОВ в пахотных почвах основных севооборотов Томской области [3]: зернотравяных, с долей многолетних трав 28,6 – 50,0% в сравнении с зернопаровым (чистый пар), а также - в 4-5-польных зернопаровых севооборотах с сидератами. ОВ разделили на площадь севооборота.

Полевые исследования проведены в рамках 4-польного зернопарового севооборота: 1) чистый или сидеральный пар, 2) пшеница яровая, 3) ячмень, 4) овес. Почва - темно-серая лесная среднесуглинистая: $p\text{H}_{\text{сол.}}$-5,1; гумус-6,5%; P_2O_5-17,8мг/100г; K_2O-8,0мг/100г. Опыты заложены в 4-кратной повторности, площадь делянки 70м^2. Изучены виды сидератов однолетних культур: *Brassica napus, Brassica campestris, Phacelia tanacetifolia* и сегетальная флора; многолетних культур - *Trifolium pratense, Trifolium pratense + Phleum pratense* и *Lupinus polyphyllus.*

1. Контроль – чистый пар
2. Рапс
3. Фацелия
4. Сурепица
5. Однолетние сорняки

1. Контроль - чистый пар
2. Клевер красный
3. Клевер + тимофеевка
4. Люпин многолетний

Нами разработан способ внесения сидератов при скашивании в расстил зеленой массы, которая вносится в почву вместе с отавой осенью. Способ является ресурсосберегающим, потому что не требуется измельчения зеленой массы и обработки почвы для борьбы с сорняками, как при летнем внесении. Также изучена возможность удобрения клеверной соломой при получении семян клевера в поле сидерального пара. Варианты опыта:

1. Скашивание зеленой массы в фазу цветения с измельчением, летняя вспашка.
2. Скашивание - в фазу бутонизации в расстил и вспашка по отаве осенью.
3. Уборка на семена с измельчением клеверной соломы, осенняя вспашка.

Методом отмывки корней из почвенных монолитов в этом опыте установлено накопление подземной части клевера красного в 1-й и 2-й годы жизни в пахотном горизонте.

В результате исследования пожнивных сидератов разработали способ обогащения почвы ОВ с использованием биомассы подсевного клевера красного первого года жизни. Схема опыта: 1) контроль, 2) пожнивной рапс после уборки ячменя, 3) клевер, подсеянный под покров ячменя. Анализы выполнены методами общепринятыми в агрохимии.

Результаты и их обсуждение. Анализ севооборотов Томской области показывает, что в большой мере дефицит ОВ в почвах вызывает нерациональная структура посевных площадей [4]. В севооборотах (№№1-5) с разной долей многолетних трав (мн. тр.) достигается бездефицитный баланс ОВ с помощью биоресурсов агроценозов, а в зернопаровом (№6) без внесения ОУ - резкий дефицит ОВ (-12,8т/га). Ресурсов соломы в нем хватает, чтобы уменьшить этот дефицит до -7,5т/га (рис. 1). Перейти к бездефицитному балансу позволят сидераты.

Примечание: 1) 7 полей: доля мн. тр. - 28,6%, пропашных культур - 14,3% и зерновых культур - 57,1%; 2) 6 полей: мн. тр. - 33,3%, пропашных - 16,7%, однолетних трав и зерновых - 50%; 3) 6 полей: мн. тр. - 33,3%, зернобобовых – 16,7%, зерновых культур - 33,3%; 4) 5 полей: мн. тр. - 40%, зерновых культур - 60%; 5) 8 полей: мн. тр. - 50%, однолетних трав - 12,5 и зерновых культур - 37,5%; 6) зернопаровой 4 поля: - зерновых культур - 75%

Рис. 1. **Баланс ОВ в севооборотах с многолетними травами от 28,6 до 50,0% (№№ 1-5) и зернопаровым (№6), с учетом биоресурсов в условном ОУ**

Однолетние сорняки, представленные преимущественно куриным просом (*Echinochloa crus galli)* на 52-93 % не уступают в продуктивности культурным сидератам (табл. 1). В среднем однолетние сидераты обеспе-

чили 22 т/га зеленой массы, что при коэффициенте перевода (0,7) в условное ОУ соответствует 15,6 т/га.

Trifolium pratense оптимально подходит для подтаежной зоны как в качестве кормовой, так и сидеральной культуры. Он всегда обеспечивает хороший травостой, раньше других культур отрастает весной и после скашивания, борется с сорняками. Их доля в урожае зеленой массы меньше 10-20%. Этих качеств нет у новой культуры для местных условий люпина многолетнего. Его продуктивность в 4,3 раза ниже.

В ротации 4-польного зернопарового севооборота однолетние сидераты за счет снижения минерализации почвенного ОВ и поступления корневых и пожнивных остатков по сравнению с чистым паром снижают дефицит почвенного ОВ на 43%. Зеленое удобрение привносит еще 3,9т/га севооборотной площади, что в сумме снижает дефицит ОВ за ротацию севооборота на 74%, но на серых лесных почвах дефицит баланса остается -3,35т/га.

Таблица 1. **Урожайность зеленой массы однолетних и многолетних сидератов, т/га**

Вариант опыта	Внесение в 2006г.			Внесение в 2007г.			Среднее	
	зеленая масса	W, %	сухое в-во	зеленая масса	W, %	сухое в-во	зеленая масса	сухое в-во
1. Рапс – (контроль)	31,0	84	5,1	18,9	85	2,8	23,0	3,9
2. Фацелия	21,3	79	4,5	23,6	81	4,5	22,5	4,5
3. Сурепица	27,0	83	4,6	17,5	84	2,8	22,3	3,7
4.Однолетние сорняки	25,7	78	5,6	17,6	85	2,6	21,7	4,1
$НСР_{05}$	7,5	-	1,5	5,0	-	1,0	14,3	2,8

Многолетние	Внесение в 2007г.			Внесение в 2009г.			среднее	
1. Клевер красный (контроль)	43,6	86	6,0	52,2	79	11,2	47,9	8,6
2.Клевер + тимофеевка	30,3	86	4,4	46,4	81	8,6	38,3	6,5
3. Многолетний люпин	9,0	84	1,4	13,3	81	2,6	11,2	2,0
$НСР_{05}$	13,3		1,8	12,3		1,7	18,2	6,5

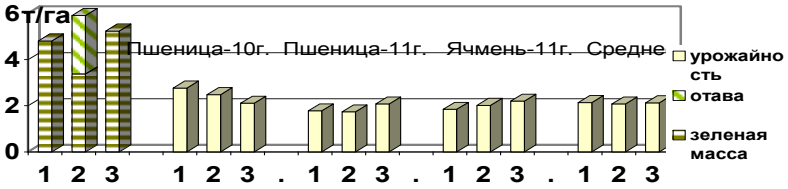
Многолетние травы оставляют больше корневых и пожнивных остатков. Клеверный пар еще до внесения зеленой массы снижает дефицит почвенного ОВ на 73%, что сопоставимо с применением однолетних сидератов. Зеленая масса клевера 40,3т/га в переводе на условное ОУ (коэффи-

циент 0,8) составляет 32,2т. Это обеспечивает за ротацию 4-польного севооборота - положительный баланс ОВ: -3,5 + 8,1(сидерат) = 4,6т/га севооборотной площади.

В 5-польном севообороте - баланс почвенного ОВ несколько ниже: -4,4 + 6,4 (сидерат) = 2,0т/га. При замене здесь даже одного поля зерновых - пропашными культурами уже не будет положительного баланса ОВ при внесении клевера. Следовательно, целесообразно применять в севооборотах и другие ОУ, например, солому, отаву и пожнивные сидераты.

Скашивание сидерата без измельчения в расстил с осенним внесением в почву вместе с отавой и способ внесения сидерата после уборки на семена снижает трудоемкость и основные технологические затраты на 35-40%.

У клевера накопление сухого вещества на 1га в среднем за 3 года во 2-м способе выше на 23%, в 3-м - на 9% (рис.2). Таким образом, полнее используются агроклиматические ресурсы для фотосинтеза.



Примечание: 1. Скашивание и измельчение перед запашкой в фазу бутонизация – цветение. 2. Скашивание в конце июня в расстил и запашка отавы в конце сентября. 3. Уборка на семена с измельчением клеверной соломы

Рис. 2. **Накопление сухого вещества (т/га) зеленой массы клевера (среднее 2009-2011гг.) по способам внесения сидерата и их влияние на урожайность пшеницы в 2010-2011гг., ячменя в последействии в 2011г. и в среднем по звену севооборота**

Способы внесения сидерата в почву №2 и №3 в 2010г. понизили урожайность пшеницы на 11,7 и 15,2% соответственно. В новой закладке опыта (2011г.) не подтвердилось это снижение урожайности, а в последействии (2011г.) есть тенденция повышения урожайности ячменя №2 на 9,2% и №3 - на 18,6%. В среднем различие способов внесения сидерата по урожайности незначительно.

Внесение клевера первого года жизни с надземной зеленой массой 1,9-8,2 т/га (в среднем – 1,2т/га сухого вещества) окупает затраты в 2 раза за один год [5] при среднемноголетнем повышении урожайности зерновых на 14% (табл. 2).

Таблица 2. **Продуктивность зеленого удобрения пожнивных сидератов за 2007-2010гг. и его влияние на урожайность зерновых, т/га**

Вариант опыта	Среднее внесение биомассы сидератов, а.с.в.			Урожайность зерновых	
	надземная	подземная (0-20см)	всего	среднее за 3 г.	отклонение
Контроль	-	-	-	3,7	-
Пожнивной рапс	0,4	0,3	0,7	3,8	0,1
Подсевной клевер	1,2	2,6	3,8	4,2	0,5
$НСР_{05}$				0,4	

Установили, что уже в 1-й год жизни клевер формирует подземной биомассы 6,8-15,5т/га (в среднем 2,6т/га в сухом веществе) в пахотном горизонте, что составляет до 70% от подземной биомассы растения 2-го года жизни в фазу цветения. Данный опыт показывает преимущество подсевного клевера, который наращивает биомассу одновременно с ростом покровной культуры (ячменя). Этот способ выращивания пожнивного сидерата перспективен для подтаежной зоны. А для выращивания яровых пожнивных культур, даже холодостойких как рапс, недостаточно времени от уборки - до устойчивых заморозков.

Отава вносит свой вклад в баланс почвенного ОВ. За счет нее увеличивается общий объем зеленого удобрения клевера на 23% при осеннем внесении ее с предварительно скошенной в расстил основной зеленой массой. Масса отавы в среднем 7,4т/га в условном ОУ. Это повышает баланс ОВ в 4-польных зернопаровых севооборотах: - до +6,4т/га в условном ОУ.

Включение в севооборот способа обогащения почвы с внесением подсевного клевера 1-го года жизни в качестве пожнивного сидерата также повышает баланс ОВ в севообороте. Сумма надземной и подземной частей биомассы подсевного клевера в среднем 15,9т/га, что в переводе в условное ОУ (коэф. 0,8) = 12,7т/га или по 3,2т/га общей площади.

Однолетние сидераты повысили урожайность на уровне чистого пара (табл. 3). При внесении люпина многолетнего наблюдается устойчивая тенденция снижения урожайности зерновых на 15,4%, связанная с низкой продуктивностью зеленой массы люпина в условиях подтаежной зоны.

Таблица 3. **Влияние сидератов однолетних (внесенных в 2006 и 2007 гг.) и многолетних (внесенных в 2007 и 2009 гг.) на урожайность зерна в ротации 4-польного зернопарового севооборота (Лучаново), ц/га**

Вариант опыта	Пшеница			Ячмень			Овес			Среднее за ротацию
	2007	2008	среднее	2008	2009	среднее	2009	2010	среднее	
1. Контроль – чистый пар	21,5	32,0	26,7	51,4	44,3	47,9	33,1	33,1	33,1	35,9
2. Рапс	19,5	30,5	25,0	49,3	30,4	39,8	36,5	33,7	35,1	33,3
3. Фацелия	19,5	29,0	24,3	39,5	32,1	35,8	30,0	34,5	32,3	30,8
4. Сурепица	20,2	30,8	25,5	45,0	33,4	39,2	27,2	34,8	31,0	31,9
5. Однолетние сорняки	23,0	30,0	26,5	63,0	35,2	49,1	45,3	32,4	38,8	38,1
$НСР_{05}$	5,8	5,0	3,2	11,9	5,6	17,3	10,9	3,0	15,5	5,5

Многолетние	2008	2010	среднее	2009	2011	среднее	2010	среднее	
1. Контроль - чистый пар	39,4	28,9	34,2	51,8	23,9	37,8	38,9	38,9	37,0
2. Клевер	35,7	27,7	31,7	46,0	26,0	36,0	45,2	45,2	37,7
3. Клевер + тимофеевка	35,1	27,0	31,0	45,9	23,0	34,4	45,0	45,0	36,8
4. Люпин многолетний	25,5	19,0	22,2	43,0	20,0	31,5	40,1	40,1	31,3
$НСР_{05}$	4,8	2,8	3,7	5,8	4,0	7,4	4,0	4,0	6,2

Варианты сидерального пара несколько уступали во влиянии на урожайность зерновых культур чистому пару в действии и в последействии 1-го года, но в пределах ошибки опыта. Чистый пар является отличным предшественником, повышающим урожайность сельскохозяйственных культур на 40-50%. Но недостаток чистого пара, на наш взгляд, перекрывающий его преимущества, в том, что эффективное плодородие создается не восполненной минерализацией почвенного ОВ.

В других исследованиях на менее плодородной почве Томской области (серой лесной тяжелосуглинистой) сидераты повышали урожайность зерновых культур на 14-16% выше чистого пара [6].

Выводы. Сидераты увеличивают урожайность зерновых культур в подтаежной зоне - на уровне чистого пара или выше на 14-16%.

Учитывая местные почвенно-климатические особенности, при помощи зеленого удобрения клевера красного и ресурсосберегающего способа его применения в подтаежной зоне можно обеспечить положительный баланс ОВ до 6,4т/га (в условном ОУ) в зернопаровом севообороте.

Применение подсевного клевера 1-го года жизни в качестве пожнивного сидерата повышает баланс ОВ в севообороте на 3,2т/га севооборотной площади.

Литература

1. Федеральная целевая программа "Сохранение и восстановление плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения и агроландшафтов как национального достояния России на 2006 - 2010 годы и на период до 2013 года" (распоряжения Правительства РФ 01.10.2005 №1564-р; 21.04. 2010г. № 270) URL: http://fcp.economy.gov.ru/cgi-bin/cis/fcp.cgi/Fcp/ViewFcp/View/2011/192 (дата обращения 10.08.2011г.)

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

3. Зональная система земледелия Томской области. – Новосибирск: СО ВАСХНИЛ. 1982. 308 с.

4. Сорокин И.Б. Биоресурсы в земледелии подтаежной зоны Западной Сибири // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2011. №2 (76). С. 12-15

5. Сорокин И.Б., Титова Э.В., Сиротина Е.А., Петрова Л.В. Способ обогащения почвы при возделывании сельскохозяйственных культур. Патент на изобретение № 2401528. Приоритет от 09.02.2009г. Зарегистрирован в Госреестре изобретений Рос. Федерации 20.10.2010г.

6. Сорокин И.Б., Титова Э.В., Сиротина Е.А., Петрова Л.В., Исаева С.С. Выявить перспективные виды сидератов и разработать способы их применения в условиях подтаежной зоны Западной Сибири // Научно-технический бюллетень по проблеме: «Усовершенствовать технологии эффективного использования органических удобрений и легковозобновляемых биоресурсов в адаптивно-ландшафтном земледелии для товаропроизводителей различной специализации» - Владимир: ВНИПТИОУ – 2008. Выпуск №2. – С.87-90.

УСОВЕРШЕНСТВОВАННАЯ СИСТЕМА МОНИТОРИНГА ПОЧВ ПОЛЕЙ УТИЛИЗАЦИИ БЕСПОДСТИЛОЧНОГО НАВОЗА, ПОМЕТА В ЗОНАХ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ ИНДУСТРИАЛЬНОГО ЖИВОТНОВОДСТВА

С.И. Тарасов

ГНУ ВНИИОУ Россельхозакадемии, г. Владимир, tarasov.s.@mail.ru

Ежегодно в сельском хозяйстве РФ производится более 390 млн. т органических отходов, из которых 223 млн. т приходится на животновод-

ство. На основе навоза, помета в хозяйствах готовят более 200 видов органических удобрений. От качества органических удобрений, условий их производства, хранения, применения зависит уровень экологической безопасности агроценозов. Наибольшие антропогенные нагрузки оказывают предприятия индустриального животноводства, что обусловлено высокой плотностью животных, гигантскими объемами образующихся при их содержании отходами. В рамках реализации приоритетного национального проекта «Развитие АПК», Госпрограммы развития сельского хозяйства в РФ по данным Минсельхоза России за период 2004-2011 гг.было построено, модернизировано более 1500 объектов молочного скотоводства, 674 - свиноводства, 343 - птицеводства и 60 – для разведения КРС. В основном сооружаются крупные птицефабрики, комплексы, мега-фермы с индустриальными технологиями производства, обеспечивающие наибольшую производительность труда, высокую бюджетную эффективность, быстрый оборот капитала. Нарушение правил эксплуатации предприятий индустриального животноводства, прежде всего игнорирование экологических требований к утилизации навоза, помета сопровождается опасным химическим и биологическим загрязнением почвы, поверхностных, грунтовых вод, атмосферного воздуха, продукции растениеводства, ростом уровня заболеваемости населения, животных (рис. 4). В экологическом отношении районы расположения крупных комплексов, птицефабрик в большинстве случаев являются неблагополучными. Общая площадь химически и биологически загрязненных земель в зонах расположения крупных животноводческих комплексов и птицефабрик превышает 2,2 млн. га из которых 20 % являются сильно загрязненными, 54 %-загрязненными, 26 %-слабозагрязненными. Дегумификация почв вследствие нарушений технологий использования органических удобрений в настоящее время рассматривается в качестве одной из причин увеличения в атмосфере концентрации парниковых газов (CO_2, CH_4, N_2O), эмиссируемых сельхозугодьями. В целях информационного обеспечения управления в области охраны окружающей среды, доступности данной информации для общественности, рационального использования природных ресурсов, экологически безопасного устойчивого развития в РФ на законодательном уровне предусмотрена организация ведомственного и планового контроля.

Единая государственная система экологического мониторинга (ЕГСЭМ) осуществляется в соответствии с приказом Министерства охраны окружающей среды и природных ресурсов РФ № 49 от 09.02.1995 г.

В соответствии с законодательством РФ предприятие, эксплуатирующее тот или иной природный объект, должно осуществлять систематический ведомственный контроль за состоянием окружающей среды и технологический контроль за работой сооружений по обработке и утилизации отходов.

Для крупных животноводческих предприятий специалистами ГНУ ВНИИОУ Россельхозакадемии в 1995г. была впервые разработана комплексная программа мониторинга компонентов агробиоценозов, загрязненных отходами животноводства, птицеводства, в которой представлены рекомендации по организации систематического и периодического контроля окружающей среды в зонах влияния животноводческих предприятий. Даны указания о локализации точек отбора образцов воздуха, поверхностных, грунтовых вод, почвы, растительного покрова. Установлена периодичность отбора образцов и даны ссылки на методы контроля их агрохимических, биохимических, токсикологических, ветеринарно-санитарных, гигиенических, радиологических, физико-механических свойств. Приведена программа экологического контроля эксплуатации сооружений подготовки и хранения бесподстилочного навоза, помета. Значительное место отведено контролю качества продукции растениеводства, анализу результатов обследования, порядку оформления отчетной документации. Основными задачами предложенной программы локального мониторинга являлись: - наблюдение (контроль) за состоянием экосистемы (почвы, растения, поверхностные, грунтовые воды, атмосферный воздух) и оценка изменений во времени и пространстве; - прогноз изменения состояния экосистемы; - выявление, предупреждение и устранение негативных изменений в состоянии биосферы при производстве, хранении, применении навоза, помета; - разработка рекомендаций по внедрению экологически безопасных технологических приемов в земледелии и направленному регулированию основных режимов в почвах, непосредственно определяющих их плодородие, урожайность и качество сельскохозяйственных культур.

За прошедшие 20 лет экологическая ситуация в индустриальном животноводстве с вводом в эксплуатацию крупнейших комплексов и птицефабрик обострилась. Одновременно увеличилось количество показателей оценки состояния экологической обстановки. Введены новые значения нормативов качества почвы, удобрений, гидросферы, атмосферы, растениеводческой продукции. Данные обстоятельства актуализировали необходимость усовершенствования системы мониторинга для зон влияния предприятий индустриального животноводства с учетом произошедших изменений.

Специалистами ГНУ ВНИИОУ Россельхозакадемии разработана усовершенствованная система мониторинга почв в зонах деятельности животноводческих комплексов, птицефабрик.

В соответствии с «Концепцией развития государственного мониторинга земель сельскохозяйственного назначения и земель, используемых или предоставленных для ведения сельского хозяйства в составе земель иных категорий, и формирования государственных информационных ре-

сурсов об этих землях на период до 2020 года» (Распоряжение Правительства Российской Федерации № 846 от 30.07.2010г.): *государственный мониторинг сельскохозяйственных земель* - это система оперативных, периодических и базовых (исходных) наблюдений (аэрокосмическая съемка, наземные, гидрометеорологические, статистические наблюдения) за изменением качественного и количественного хозяйства в составе земель иных категорий, как природного и производственного объекта для ведения сельского хозяйства, их хозяйственным использованием, и обследований этих земель, почв и их растительного покрова, проводимых с определенной периодичностью.

Мониторинг сельскохозяйственных земель осуществляется в целях предотвращения выбытия земель сельскохозяйственного назначения, сохранения и вовлечения их в сельскохозяйственное производство, разработки программ сохранения и восстановления плодородия почв, обеспечения государственных органов, включая органы исполнительной власти, осуществляющие государственный земельный контроль, юридических и физических лиц, а также сельскохозяйственных товаропроизводителей всех форм собственности достоверной информацией о состоянии и плодородии сельскохозяйственных земель и их фактическом использовании.

Мониторинг сельскохозяйственных земель включает в себя систематические наблюдения:

- за состоянием и использованием полей севооборотов, сельскохозяйственных полигонов и контуров, а также за параметрами плодородия почв и развитием процессов их деградации (изменением реакции почвенной среды, содержанием органического вещества и элементов питания, разрушением почвенной структуры, засолением, осолонцеванием, заболачиванием, переувлажнением, подтоплением земель, развитием водной и ветровой эрозии, загрязнением почв пестицидами, тяжелыми металлами, радионуклидами, промышленными, бытовыми и иными отходами, изменением других свойств почв);

- за изменением состояния растительного покрова на пашне, залежах, сенокосных и пастбищных угодьях (изменением видового состава, структуры урожая, типов и качества растительности, степенью устойчивости к антропогенным нагрузкам).

При проведении государственного мониторинга сельскохозяйственных земель решаются следующие задачи:

- своевременное выявление изменений состояния сельскохозяйственных земель, оценка этих изменений, прогноз и выработка рекомендаций по повышению их плодородия, предупреждению и устранению последствий негативных процессов;

- получение данных на основе систематического обследования плодородия почв и наблюдений за качественным состоянием и эффективным

использованием сельскохозяйственных земель как основного ресурса сельскохозяйственной деятельности с использованием географической привязки сельскохозяйственных полигонов и контуров;

- ведение реестра плодородия почв сельскохозяйственных земель и учет их состояния;

- формирование государственных информационных ресурсов о сельскохозяйственных землях в целях анализа, прогнозирования и выработки государственной политики в сфере земельных отношений (в части, касающейся сельскохозяйственных земель) и эффективного использования таких земель в сельском хозяйстве, а также использования в статистической практике;

- обеспечение доступа юридических и физических лиц к информации о состоянии сельскохозяйственных земель;

- участие в международных программах (обеспечение выполнения международных обязательств).

При разработке усовершенствованной системы мониторинга почв в зонах деятельности животноводческих комплексов, птицефабрик учтены требования:

ГН 2.1.7.2041-06 Почва, очистка населенных мест, отходы производства и потребления. Санитарная охрана почвы. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве;

ГН 2.1.7.2511-09 Ориентировочно допустимые концентрации химических веществ в почве;

СанПиН 2.1.7.1287-03 Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы;

СанПиН 2.6.1.2523- 09 Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/ 2009);

СанПиН 3.1.084-96 и ВП 13.3.4.1100-96 Профилактика и борьба с заразными болезнями, общими для человека и животных;

МУ 2.1.7.730-99 Гигиеническая оценка почвы населенных мест .

Перечень показателей состояния земель сельскохозяйственного назначения для целей государственного учета состояния плодородия, безопасности почв в зонах расположения индустриальных животноводческих предприятий определен в соответствии с Приложением к Приказу Минсельхоза России от 4.05.2010г. № 150, СанПиН 2.1.7.1287-03.

Усовершенствованная система агроэкологического мониторинга почв в зонах деятельности животноводческих комплексов, птицефабрик включает перечень анализируемых показателей, методы проведения анализов, периодичность и условия отбора проб, ссылки на нормативные документы по оценке экологической безопасности использования земель в сельскохозяйственном производстве. Система мониторинга включает общие, физические, химические, токсикологические, ветеринарно-

санитарные, гигиенические, микробиологические показатели состояния почв. В систему мониторинга состояния почв также включены показатели, указывающие на развитие негативных процессов в почве: эродированности, засоления, переувлажненности, каменистости и пр. Для неиспользуемых , отдаленных от животноводческих комплексов, птицефабрик , полей система мониторинга включает дополнительные показатели: закустаренность, засоленность, засоренность, степень поражения растительного покрова вредителями и болезнями. Всего система мониторинга включает более 80 показателей состояния почв. В зависимости от вида анализа периодичность отбора почвенных образцов составляет 1,5 и 15 лет.

В настоящее время усовершенствованная сисема агроэкологического мониторинга почв внедрена в зонах деятельности крупнейших животноводческих комплексов, птицефабрик центрах России: ООО «Фирма «Мортадель», ООО «Рождество», ОАО «Птицефабрика Центральная» (Владимирская область); ОАО «Птицефабрика Ивановский бройлер» (Ивановская область); ОАО «Птицефабрика Калужская» (Калужская область).

Согласно результатам мониторинговых исследований регулярное внесение бесподстилочного навоза, помета в дозах, превышающих N1000 обусловило химическое и биологическое загрязнение почв полей их утилизации. В пробах почвы содержание нитратов, фосфора, подвижных форм меди, цинка, никеля превышало их нормативные ограничения. В пробах почвы были обнаружены патогенные сероварианты кишечной палочки, сальмонеллы, стафилококки, жизнеспособные яйца и личинки гельминтов. В результате нерегулируемого внесения бесподстилочного навоза, помета почва полей утилизации трансформировалась в «опасную, сильно загрязненную». Растительная продукция, полученная на полях с загрязненными почвами, характеризовалась крайне высоким содержанием нитритов, нитратов, калия, фосфора, меди, никеля, опасным нарушением соотношений K/Ca + Mg; K:Na; Ca:P, кислотных и щелочных грамм-эквивалентов, сахара и белка.

В соответствии с результатами мониторинговых исследований для предприятий индустриального животноводства были разработаны и внедрены Регламенты экологически безопасного, высокоэффективного использования бесподстилочного навоза, помета, технология фиторемедиации переунавоженных почв.

Регламенты включают:

-определение объёмов выхода экскрементов, оценку их качества по физическим, химическим, токсикологическим, ветеринарно-санитарным, гигиеническим характеристикам;

-разработку и внедрение технологических решений снижения объёмов выхода животноводческих отходов, повышения их качества;

-разработку и внедрение низкозатратных, энергосберегающих технологий производства, хранения органических удобрений на основе отходов индустриального животноводства;

-оценку качества производимых органических удобрений, соответствия их характеристик нормативным требованиям;

-разработку и внедрение высокоэффективных, экологически релевантных систем, технологий применения органических удобрений;

-разработку и внедрение программ мониторинговых исследований, оборота органических отходов в агросистемах;

-разработку методологии учета агроэкологоэкономической эффективности использования органических отходов в хозяйствах индустриального животноводства;

-разработку и внедрение мероприятий, направленных на повышение уровня агроэкологических знаний специалистов хозяйств, создание консультационной службы по вопросам оборота органогенных отходов с учетом требований Федеральных законов, нормативов, местных институциональных структур.

Согласно результатам мониторинговых исследований загрязнение биоценозов ненормированным применением навоза, помета не являлось необратимым: регулярное их внесение в рекомендуемых дозах, оптимальные сроки, введение в севооборот растений интенсивного типа обусловило эффективную санацию и детоксикацию переунавоженных земель, снижение уровня экологических нагрузок, повышение качества растениеводства продукции.

В настоящее время, согласно международным экологическим обязательствам РФ, актуальной признана разработка новой редакции программы локального мониторинга для крупных комплексов, птицефабрик с учетом: - положительного зарубежного опыта реализации комплексных планов предотвращения загрязнений (ППЗ), комплексных планов по обращению с питательными веществами (КПОПВ); - необходимости использования современных методов, в т.ч. компьютерной диагностики, систем наблюдения, высокопроизводительной техники, приборов, оборудования; - глубокого знания международных, зарубежных нормативов, регламентирующих обращение с отходами животноводства. Разработка новой редакции программы мониторинговых исследований, инструкций составления планов экологически безопасного, высокоэффективного использования навоза, помета в хозяйствах индустриального животноводства признана актуальной, востребованной производством, включена в план НИР, проводимых Минсельхозом РФ на конкурсной основе.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ФИТОРЕМЕДИАЦИИ ПЕРЕУНАВОЖЕННЫХ ПОЧВ, ЗАГРЯЗНЕННЫХ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ

С.И. Тарасов[1], М.Е. Кравченко[1], Т.А. Бужина[1], Н.А. Никитина[1], А.В. Кузнецов[2], С.В. Будкова[2]

[1]ГНУ ВНИИОУ Россельхозакадемии, г. Владимир, vnion@vtsnet.ru

[2]ГНУ ВНИИА Россельхозакадемии, г. Москва, info@vniia-pr.ru

В настоящее время в Российской Федерации функционирует более 3000 крупных животноводческих комплексов и птицефабрик. Ежегодный объем производства бесподстилочного навоза, помета превышает 140 млн. т. В биосферу с данным количеством навоза, помета поступает свыше 750 тыс. т азота, 310 тыс. т фосфора и 660 тыс. т калия, более 5,1 х 10^{16} микроорганизмов, миллионы жизнеспособных яиц и личинок гельминтов, потенциально способных вызывать эпидемии и эпизоотопии. Вместе с бесподстилочным навозом, пометом в биосферу поступают многочисленные токсичные соединения: соли тяжелых металлов, остаточные количества антибиотиков, транквилизаторов, дезинфицирующих веществ, экологически опасные газообразные соединения - меркаптаны, скатол, крезолы, фенолы, сероводород, аммиак, метан, всего более 130 наименований летучих веществ. Бесподстилочный навоз, помет по данным Всемирной Организации Здравоохранения являются фактором передачи более 100 видов различных возбудителей болезней животных, человека. Во избежание загрязнения окружающей среды применение бесподстилочного навоза, помета на удобрение регламентировано в РФ комплексом нормативных документов.

Исходя из самоочищающей способности почвы экологически безопасная утилизация всего объема бесподстилочного навоза, помета в РФ возможна на полях, общей площадью 3,8 млн. га. Однако отсутствие надежной, высокопроизводительной техники, необходимость снижения эксплуатационных, транспортных расходов во всех хозяйствах обусловили применение чрезвычайно высоких доз бесподстилочного навоза, помета. Площадь с.-х. угодий ежегодно используемых для утилизации данных видов удобрений, как правило, ограничена 1 млн. га. Доза их внесения в среднем составляет N750 кг/га, что втрое превышает нормативную. Как свидетельствуют результаты мониторинговых исследований систематическое, гиперинтенсивное применение бесподстилочного навоза, помета на одних и тех же полях с бессменным севооборотом нарушает процессы саморегулирования и самовозобновления плодородия почвы, усиливает ее эрозию, химическое и биологическое загрязнение. Игнорирование экологического подхода к утилизации полужидкого, жидкого навоза, помета, навозных, пометных стоков обусловило резкое снижение качества продукции растениеводства, опасное загрязнение грунтовых, поверхностных вод,

воздушного бассейна, рост заболеваемости животных, населения экологической этиологии. Уровень заболеваемости населения в районах функционирования крупных животноводческих предприятий и птицефабрик в 1,6 раза превышает ее средний показатель в РФ. Районы расположения индустриальных животноводческих и птицеводческих объектов, как правило, являются экологически неблагополучными, в ряде случаев определены зонами экологического бедствия. Наибольший уровень экологических нагрузок испытывают поля утилизации бесподстилочного навоза, помета. Площадь полей, загрязненных отходами животноводства в РФ превышает 2,4 млн. га, из которых 20 % являются сильно загрязненными, 54 % - загрязненными, 26 % - слабо загрязненными. Наличие данных земель является постоянным источником загрязнения грунтовых, поверхностных вод, воздушного бассейна, продукции растениеводства, роста заболеваемости животных, населения. Экологический ущерб в РФ от нарушений регламентов использования бесподстилочного навоза, помета оценивается в 5,3 млрд. долларов США.

Большая подвижность токсичных соединений, высокая выживаемость болезнетворных микроорганизмов, яиц, личинок гельминтов в почвах, загрязненных бесподстилочным навозом, пометом, обусловили необходимость их санации и детоксикации в целях:

- радикального снижения уровня химического и биологического загрязнения земель, грунтовых, поверхностных вод, воздушного бассейна;
- улучшение качества окружающей среды, уменьшения инфекционного, инвазионного потенциала биосферы, снижения уровня заболеваемости населения;
- восстановления загрязненных земель, расширения землепользования, увеличения занятости населения;
- повышения плодородия почв, качества продукции растениеводства, увеличение ее сбыта, улучшения материального положения населения.

Актуальность проведения работ по восстановлению почв, загрязненных органогенными отходами животноводства становится более очевидной в контексте новых приоритетов правительственной агрополитики. В системе мер по обеспечению продовольственной независимости страны прерогативной становится ориентация на создание гиперагрохолдингов. В ближайшие 10 лет намечено восстановление всех крупных животноводческих комплексов и птицефабрик. К 2020 г. объем производства бесподстилочного навоза, помета может превысить 260 млн. т. С увеличением объемов производства полужидкого, жидкого навоза, помета, стоков обострится проблема их экологически безопасной утилизации, необходимости ремедиации загрязненных почв.

В настоящее время разработаны различные технологии ускоренной ремедиации загрязненных почв: промышленная (инженерная), биотехнологическая, фиторемедиация. Для восстановления земель, загрязненных бесподстилочным навозом, пометом, когда содержание в почве сверхтоксичных веществ незначительно, чтобы применять экскавацию, механические или физико-химические методы, но слишком велико, чтобы использовать загрязненные почвы в хозяйственных целях, наиболее эффективной, низкозатратной является фиторемедиация – комплекс мероприятий по восстановлению плодородия, экологической безопасности загрязненных почв посредством введения в севооборот с.-х. культур интенсивного типа. В целях снижения уровня биологического загрязнения почвы используется технология биоремедиации – восстановление ветеринарно-санитарного, гигиенического состояния почвы посредством применения микробиологических препаратов биоцидного действия.

Для условий РФ технологии фиторемедиации и биоремедиации почв, загрязненных отходами животноводства были впервые разработаны сотрудниками ГНУ ВНИИОУ Россельхозакадемии. В исследованиях, проводимых на опытном поле института на дерново-подзолистых супесчаных почвах, начиная с 1989 г., была определена эффективность введения в севооборот более 40 видов однолетних, многолетних культур, устойчивых к произрастанию на сильнозагрязненных почвах, отличающихся высокой продуктивностью, наибольшим выносом биогенных и токсичных соединений, биоцидным действием ризосферы, низким уровнем накопления в зеленой массе токсичных веществ.

По результатам полевых и аналитических исследований установлено, что в условиях вынужденного применения сверхвысоких доз бесподстилочного навоза, в целях детоксикации почв от избытка биогенных элементов наиболее целесообразным является введение в севооборот подсолнечника, амаранта, фацелии, редьки масличной, кукурузы. Данные культуры отличаются высокой толерантностью к переунавоженным почвам, характеризуются большим выносом биогенных элементов. Возделывание их позволяет в течение лишь одного вегетационного периода «сильно загрязненные» почвы трансформировать в «слабо загрязненные, относительно безопасные».

Урожайность зеленой массы подсолнечника, кукурузы, амаранта, фацелии, редьки масличной составила в среднем за годы исследований, соответственно: 12; 10,3; 8,3; 6,3; 4,6 т/га. Вынос биогенных элементов (NPK): 1250; 1160; 1378; 1220; 1080 кг/га, соответственно. Подсолнечник отличался наибольшим выносом азота, калия, кукуруза, амарант – калия и фосфора.

В исследованиях, проводимых на опытном поле ГНУ ВНИИОУ Россельхозакадемии, в мелкоделяночном опыте определялась эффективность детоксикации почв, загрязненных тяжелыми металлами (Cu, Zn, Cd, Ni, Pb), посредством введения в севооборот культур интенсивного типа: амаранта, горчицы белой, редьки масличной.

Схема опыта:

$Ф_1$ – контроль;

$Ф_2$ – бесподстилочный навоз, N300;

$Ф_3$ – бесподстилочный навоз, N900.

Варианты:

1. Редька масличная
2. Редька масличная + ТМ (тяжелые металлы)
3. Горчица белая
4. Горчица белая + ТМ
5. Амарант багряный
6. Амарант багряный + ТМ

Повторность опыта – 5 кратная. Площадь 1 делянки – 3 $м^2$ (2 х 1,5). Общая площадь под опытом: 18 х 25,8 м = 513 $м^2$ (с учетом защитных полос). Участок ровный с легким уклоном на восток. Почвенный покров однородный. Почва дерново-подзолистая супесчаная на мореном суглинке со следующими агрохимическими показателями: гумус – 1,5 %; $pH_{сол.}$ – 4,8; Нг – 2,8 мг-экв./100 г.; S- 3,65 мг-экв./100 г.; $P_2O_{5\ подв.}$ – 8,2 мг/100 г. $K_2O_{\ обм.}$ – 8,67 мг/100 г. Образцы почвы отбирались с глубины 0-20, 20-40 см. Искусственный фон почвы, загрязненной тяжелыми металлами (Ф + ТМ), создан в 2000 г. посредством внесения растворимых солей: $Cu(NO3)_2 \cdot 3H_2O$; $Zn(NO3)_2 \cdot 6H_2O$; $Cd(NO3)_2 \cdot 4H_2O$; $Pb(NO3)_2$; $Ni(NO3)_2$ в количестве, соответствующем 2 ПДК. Отбор проб почвы проводили в соответствии с требованиями ГОСТ 17.4.3.01; пробоподготовку почвенных образцов проводили в соответствии с «Методическими указаниями по определению тяжелых металлов» (1992). Определение содержания тяжелых металлов в почве проводили методом атомно-адсорбционной спектрофотометрии в режиме пламенной и беспламенной атомизации (РД 52.18.685-2006; РД 52.18.289-90, ОСТ 10259-2000, Другов, 2004,). Химические экстракции для определения различных форм ТМ в почве проводились на основе методики Зиена и Бруммера (Zeien, Brummer, 1989) в модификации А.В.Кузнецова (2004). Пробоподготовку зеленой массы проводили в соответствии с (ГОСТ 27548-87). Минерализацию проб растений проводили методом сухого озоления по ГОСТ 26548-87). Определение тяжелых металлов в растворах золы проводили на приборе «Квант-Z.ЭТА» (РД 52.24., 377-2008). Содержание тяжелых металлов в растительных образцах – согласно методическим указаниям ЦИНАО и по ГОСТ 26930-86, ГОСТ 26932-86, ГОСТ 26933-86, ГОСТ 26934-86. Статистический анализ резуль-

татов опыта проведен с использованием программы Microsoft Exel 2003 (при уровне значимости а=0,05). Бесподстилочный навоз использовали со следующими агрохимическими показателями: pH – 7,9, влажность – 97,5 %, органическое вещество – 68,6 %, $N_{общ.}$ – 0,13 %, $P_2O_{5общ.}$ – 0,1 %, $K_2O_{общ.}$ – 0,08 %, общая микробная обсемененность – $2,5 \cdot 10^6$ шт./мл. Учет урожая зеленой массы трав проводился сплошным способом со всей учетной площади делянки. В растительных образцах определяли: общий азот по ГОСТ 13496.4-93, общий фосфор по ГОСТ 26657-85, общий калий по ГОСТ 26570-85, азот нитратный ГОСТ 13496.19.93, калий по ГОСТ 26570-85, магний по ОСТ 10.89.87. Статистическая обработка результатов исследований проводилась методом дисперсионного анализа (Доспехов Б.А., 1986).

Согласно результатам проводимых исследований внесение водорастворимых солей тяжелых металлов обусловило увеличение содержания валовых форм цинка, меди, свинца, кадмия, никеля в почве до уровня 2 ПДК. В последующие 5 лет валовое содержание тяжелых металлов в почве не снижалось. Вместе с тем резко изменялось соотношение содержания валовых и подвижных форм тяжелых металлов. В почве доля подвижных форм составила по цинку – 13%, свинцу- 6 %, меди – 2 %, никелю, кадмию – 1 % от их валового содержания. Снижение содержания подвижности тяжелых металлов, вероятно, обусловлено образованием комплексных, малорастворимых их соединений.

В соответствии с результатами исследований органические удобрения, даже в сверхвысокой дозе (N900), не оказали заметного влияния на содержание тяжелых металлов в почве, что связано с их крайне низким содержанием в бесподстилочном навозе КРС. Органические удобрения не оказали влияния на соотношения подвижных и валовых форм цинка, меди, свинца, кадмия, никеля. Во всех вариантах опыта наибольшее содержание тяжелых металлов обнаружено в пахотном и подпахотном горизонтах почвы, что, вероятно, объясняется малой миграционной способностью их валовых форм.

По материалам выполненных исследований возделывание растений-ремедиантов: амаранта, редьки масличной, горчицы белой не оказало заметного влияния на детоксикацию почвы, загрязненной тяжелыми металлами (табл. 1). Ежегодный вынос тяжелых металлов зеленой массой данных культур не превышал 1% от их валового содержания в почве, что обусловлено низкой их доступностью для данных культур, и малой потребностью самих растений в цинке, меди, свинце, кадмии, никеле.

Таблица 1. **Вынос тяжелых металлов сельскохозяйственными культурами**

Фактор загрязнения	Вынос ТМ в % от валового содержания в почве в ср. год		
	с.-х. культуры		
	Амарант багряный	Редька масличная	Горчица белая
Cu	0,12	0,06	0,04
Zn	0,76	0,23	0,2
Pb	0,04	0,02	0,02
Cd	1,1	0,74	0,52
Ni	0,07	0,14	0,1

В исследованиях не получила подтверждения специфичность влияния различных доз бесподстилочного навоза (N300, N900), различных видов растений-ремедиантов (амарант, редька, горчица) на фракционный состав подвижных форм тяжелых металлов (таблицы 2- 6). Во всех вариантах опыта, фракция подвижных форм тяжелых металлов, связанных с анионами азотного и соляной кислоты ($Ф_1$) составляла в среднем – 13,8 % в пахотном, 11,5 % в подпахотном горизонте. Фракция подвижных форм тяжелых металлов, находящихся в почве в обменном состоянии ($Ф_2$), не превышала – 9 % в пахотном, 10 % в подпахотном горизонте. Фракция подвижных форм тяжелых металлов, связанных с оксидами железа, марганца – 11,2 % в пахотном, 10,1 % в подпахотном горизонте. Фракция подвижных форм тяжелых металлов, связанная с органическим веществом в почве – 65,9 % в пахотном, 68,8 % в подпахотном горизонте. Данная фракция во всех вариантах опыта, для всех видов изучаемых тяжелых металлов (Cu, Zn, Cd, Pb, Ni) являлась доминирующей.

В соответствии с результатами полевых и лабораторных исследований выявлено:

- для проведения детоксикации переунавоженных почв от избытка биогенных элементов наиболее эффективными фиторемедиантами являлись амарант багряный, редька масличная;

- в дерново-подзолистой супесчаной почве большая часть подвижных форм тяжелых металлов переходит в связанное состояние;

- введение в севооборот амаранта багряного, редьки масличной, горчицы белой в целях детоксикации почв, загрязненных тяжелыми металлами, малоэффективно. Ежегодный вынос цинка, меди, свинца, кадмия, никеля данными культурами не превышал 1% от их валового содержания в загрязненной почве.

Таблица 2. **Влияние различных доз бесподстилочного навоза (N300, N900), растений-ремедиантов (редьки масличной, горчицы белой, амаранта багряного) на фракционный состав подвижных форм меди, мг/кг**

Культура	Вариант	Глубина, см	$Ф_1$	$Ф_2$	$Ф_3$	$Ф_4$	Сумма
Редька масличная	Контроль без ТМ	0-20	0,07	0,04	0,38	0,38	0,87
		20-40	0,04	0,07	0,02	0,29	0,42
	Контроль + ТМ	0-20	0,08	0,08	0,02	0,35	0,53
		20-40	0,13	0,03	0,04	0,4	0,6
	N300 без ТМ	0-20	0,06	0,07	0,03	0,31	0,47
		20-40	0,04	0,08	0,04	0,31	0,47
	N300 + ТМ	0-20	0,08	0,03	0,32	0,27	0,7
		20-40	0,06	0,08	0,03	0,32	0,49
	N900 без ТМ	0-20	0,09	0,06	0,03	0,36	0,54
		20-40	0,09	0,05	0,03	0,43	0,6
	N900 + ТМ	0-20	0,11	0,03	0,08	0,48	0,7
		20-40	0,15	0,04	0,03	0,4	0,62
Горчица белая	Контроль без ТМ	0-20	0,03	0,03	0,03	0,29	0,38
		20-40	0,07	0,03	0,43	0,3	0,83
	Контроль + ТМ	0-20	0,04	0,09	0,18	0,29	0,6
		20-40	0,06	0,03	0,03	0,36	0,48
	N300 без ТМ	0-20	0,1	0,05	0,03	0,35	0,53
		20-40	0,06	0,03	0,5	0,32	0,91
	N300 + ТМ	0-20	0,04	0,03	0,04	0,28	0,39
		20-40	0,06	0,08	0,03	0,44	0,61
	N900 без ТМ	0-20	0,07	0,03	0,09	0,32	0,51
		20-40	0,05	0,07	0,03	0,39	0,54
	N900 + ТМ	0-20	0,07	0,08	0,03	0,43	0,61
		20-40	0,12	0,03	0,06	0,42	0,63
Амарант багряный	Контроль без ТМ	0-20	0,11	0,02	0,1	0,24	0,47
		20-40	0,06	0,03	0,05	0,23	0,37
	Контроль + ТМ	0-20	0,15	0,03	0,14	0,23	0,55
		20-40	0,06	0,02	0,09	0,29	0,46
	N300 без ТМ	0-20	0,07	0,05	0,67	0,22	1,01
		20-40	0,05	0,06	0,03	0,25	0,39
	N300 + ТМ	0-20	0,06	0,02	0,56	0,3	0,94
		20-40	0,08	0,03	0,17	0,31	0,59
	N900 без ТМ	0-20	0,09	0,08	0,03	0,32	0,52
		20-40	0,09	0,09	0,03	0,34	0,55
	N900 + ТМ	0-20	0,09	0,07	0,04	0,33	0,53
		20-40	0,07	0,04	0,1	0,32	0,53

Таблица 3. **Влияние различных доз бесподстилочного навоза, растений-ремедиантов на фракционный состав подвижных форм кадмия, мг/кг**

Культура	Вариант	Глубина, см	$Ф_1$	$Ф_2$	$Ф_3$	$Ф_4$	Сумма
Редька масличная	Контроль без ТМ	0-20 20-40	0,01 0,01	0,01 0,02	0,02 0,01	0,08 0,06	0,12 0,1
	Контроль + ТМ	0-20 20-40	0,02 0,01	0,02 0,01	0,01 0,01	0,08 0,08	0,13 0,11
	N300 без ТМ	0-20 20-40	0,02 0,01	0,01 0,01	0,01 0,01	0,08 0,09	0,12 0,12
	N300 + ТМ	0-20 20-40	0,02 0,02	0,01 0,01	0,02 0,02	0,07 0,09	0,12 0,14
	N900 без ТМ	0-20 20-40	0,01 0,02	0,01 0,01	0,01 0,01	0,07 0,08	0,1 0,12
	N900 + ТМ	0-20 20-40	0,02 0,01	0,01 0,01	0,01 0,01	0,1 0,07	0,14 0,1
Горчица белая	Контроль без ТМ	0-20 20-40	0,01 0,01	0,01 0,01	0,02 0,02	0,08 0,09	0,12 0,13
	Контроль + ТМ	0-20 20-40	0,01 0,03	0,01 0,01	0,02 0,01	0,09 0,08	0,13 0,13
	N300 без ТМ	0-20 20-40	0,03 0,01	0,01 0,01	0,01 0,01	0,09 0,07	0,14 0,1
	N300 + ТМ	0-20 20-40	0,01 0,01	0,01 0,01	0,01 0,01	00,9 0,1	0,12 0,13
	N900 без ТМ	0-20 20-40	0,02 0,01	0,01 0,01	0,01 0,01	0,09 0,09	0,13 0,12
	N900 + ТМ	0-20 20-40	0,02 0,01	0,01 0,01	0,01 0,01	0,01 0,09	0,14 0,12
Амарант багряный	Контроль без ТМ	0-20 20-40	0,02 0,01	0,01 0,01	0,02 0,01	0,07 0,07	0,12 0,1
	Контроль + ТМ	0-20 20-40	0,01 0,02	0,01 0,01	0,01 0,01	0,09 0,07	0,12 0,11
	N300 без ТМ	0-20 20-40	0,01 0,01	0,01 0,01	0,02 0,01	0,06 0,07	0,1 0,1
	N300 + ТМ	0-20 20-40	0,02 0,01	0,01 0,01	0,01 0,01	0,04 0,05	0,08 0,08
	N900 без ТМ	0-20 20-40	0,01 0,02	0,01 0,01	0,01 0,01	0,07 0,09	0,1 0,13
	N900 + ТМ	0-20 20-40	0,03 0,01	0,01 0,01	0,01 0,02	0,09 0,08	0,14 0,12

Таблица 4. **Влияние различных доз бесподстилочного навоза, растений-ремедиантов на фракционный состав подвижных форм свинца, мг/кг**

Культура	Вариант	Глубина, см	$Ф_1$	$Ф_2$	$Ф_3$	$Ф_4$	Сумма
Редька масличная	Контроль без ТМ	0-20	0,03	0,47	0,99	1,11	2,6
		20-40	0,05	0,15	0,06	1,05	1,31
	Контроль + ТМ	0-20	0,07	0,03	0,03	0,99	1,12
		20-40	0,02	0,04	0,09	0,96	1,11
	N300 без ТМ	0-20	0,04	0,03	0,02	0,98	1,07
		20-40	0,05	0,03	0,03	1,04	1,15
	N300 + ТМ	0-20	0,03	0,6	0,99	1,14	2,76
		20-40	0,07	0,18	0,08	1,2	1,53
	N900 без ТМ	0-20	0,03	0,04	0,02	0,96	1,05
		20-40	0,07	0,04	0,08	1,03	1,22
	N900 + ТМ	0-20	0,05	0,54	0,79	1,15	2,53
		20-40	0,04	0,64	0,69	1,1	2,47
Горчица белая	Контроль без ТМ	0-20	0,02	0,04	0,1	0,91	1,07
		20-40	0,02	0,03	0,1	0,74	0,89
	Контроль + ТМ	0-20	0,02	0,72	0,99	1,07	2,8
		20-40	0,09	0,15	0,08	1,05	1,37
	N300 без ТМ	0-20	0,07	0,12	0,06	1,21	1,46
		20-40	0,02	0,21	0,55	1,14	1,92
	N300 + ТМ	0-20	0,03	0,89	0,96	1,11	2,99
		20-40	0,05	0,12	0,1	1,19	1,46
	N900 без ТМ	0-20	0,02	0,04	0,13	0,89	1,08
		20-40	0,05	0,03	0,06	1,05	1,19
	N900 + ТМ	0-20	0,09	0,13	0,08	1,25	1,55
		20-40	0,02	0,039	0,61	1,2	2,22
Амарант багряный	Контроль без ТМ	0-20	0,03	0,1	0,19	1,05	1,37
		20-40	0,03	0,03	0,09	0,61	0,76
	Контроль + ТМ	0-20	0,03	0,21	0,98	1,09	2,31
		20-40	0,03	0,14	0,42	1,08	1,67
	N300 без ТМ	0-20	0,03	0,07	0,14	1,03	1,27
		20-40	0,06	0,03	0,08	1,01	1,18
	N300 + ТМ	0-20	0,03	0,5	0,97	1,2	2,7
		20-40	0,03	0,28	0,51	1,25	2,07
	N900 без ТМ	0-20	0,06	0,1	0,1	1,02	1,28
		20-40	0,06	0,05	0,07	1,1	1,28
	N900 + ТМ	0-20	0,09	0,09	0,03	1,17	1,38
		20-40	0,03	0,58	0,65	1,06	2,32

Таблица 5. **Влияние различных доз бесподстилочного навоза, растений-ремедиантов на фракционный состав подвижных форм никеля, мг/кг**

Культура	Вариант	Глубина, см	$Ф_1$	$Ф_2$	$Ф_3$	$Ф_4$	Сумма
Редька масличная	Контроль без ТМ	0-20	0,09	0,05	0,04	0,27	0,45
		20-40	0,05	0,02	0,02	0,47	0,56
	Контроль + ТМ	0-20	0,1	0,02	0,02	0,45	0,59
		20-40	0,05	0,11	0,04	0,27	0,47
	N300 без ТМ	0-20	0,05	0,02	0,02	0,32	0,41
		20-40	0,07	0,02	0,05	0,41	0,55
	N300 + ТМ	0-20	0,05	0,03	0,05	0,31	0,44
		20-40	0,07	0,02	0,02	0,46	0,57
	N900 без ТМ	0-20	0,08	0,02	0,02	0,33	0,45
		20-40	0,07	0,02	0,05	0,38	0,52
	N900 + ТМ	0-20	0,06	0,04	0,03	0,25	0,38
		20-40	0,05	0,05	0,04	0,25	0,39
Горчица белая	Контроль без ТМ	0-20	0,04	0,03	0,05	0,25	0,37
		20-40	0,06	0,03	0,05	0,19	0,33
	Контроль + ТМ	0-20	0,04	0,03	0,07	0,17	0,31
		20-40	0,06	0,02	0,03	0,42	0,53
	N300 без ТМ	0-20	0,1	0,02	0,03	0,23	0,38
		20-40	0,04	0,04	0,1	0,17	0,35
	N300 + ТМ	0-20	0,06	0,03	0,05	0,29	0,43
		20-40	0,06	0,02	0,03	0,43	0,54
	N900 без ТМ	0-20	0,11	0,03	0,05	0,21	0,4
		20-40	0,1	0,03	0,02	0,36	0,51
	N900 + ТМ	0-20	0,06	0,02	0,02	0,33	0,43
		20-40	0,09	0,03	0,04	0,18	0,34
Амарант багряный	Контроль без ТМ	0-20	0,07	0,03	0,04	0,25	0,39
		20-40	0,08	0,03	0,05	0,18	0,34
	Контроль + ТМ	0-20	0,05	0,02	0,04	0,23	0,34
		20-40	0,08	0,02	0,05	0,32	0,47
	N300 без ТМ	0-20	0,04	0,03	0,03	0,25	0,35
		20-40	0,07	0,02	0,02	0,44	0,55
	N300 + ТМ	0-20	0,09	0,04	0,04	0,22	0,39
		20-40	0,08	0,03	0,06	0,23	0,4
	N900 без ТМ	0-20	0,06	0,02	0,02	0,22	0,32
		20-40	0,07	0,02	0,02	0,34	0,45
	N900 + ТМ	0-20	0,05	0,02	0,03	0,38	0,48
		20-40	0,06	0,02	0,02	0,28	0,38

Таблица 6. **Влияние различных доз бесподстилочного навоза, растений-ремедиантов на фракционный состав подвижных форм цинка, мг/кг**

Культура	Вариант	Глубина, см	$Ф_1$	$Ф_2$	$Ф_3$	$Ф_4$	Сумма
Редька масличная	Контроль без ТМ	0-20	0,15	0,27	0,21	0,32	0,95
		20-40	0,13	0,2	0,09	0,3	0,72
	Контроль + ТМ	0-20	0,16	0,1	0,06	0,28	0,6
		20-40	0,11	0,07	0,08	0,29	0,55
	N300 без ТМ	0-20	0,08	0,08	0,04	0,3	0,5
		20-40	0,12	0,05	0,12	0,3	0,6
	N300 + ТМ	0-20	0,16	0,28	0,19	0,23	0,86
		20-40	0,16	0,18	0,04	0,29	0,67
	N900 без ТМ	0-20	0,08	0,1	0,06	0,27	0,51
		20-40	0,11	0,07	0,11	0,27	0,56
	N900 + ТМ	0-20	0,15	0,15	0,17	0,41	0,88
		20-40	0,18	0,29	0,18	0,42	1,07
Горчица белая	Контроль без ТМ	0-20	0,15	0,07	0,1	0,12	0,44
		20-40	0,09	0,08	0,08	0,08	0,33
	Контроль + ТМ	0-20	0,15	0,15	0,18	0,22	0,7
		20-40	0,12	0,18	0,11	0,15	0,56
	N300 без ТМ	0-20	0,09	0,1	0,09	0,22	0,5
		20-40	0,16	0,12	0,08	0,14	0,5
	N300 + ТМ	0-20	0,15	0,21	0,16	0,16	0,68
		20-40	0,11	0,13	0,1	0,31	0,65
	N900 без ТМ	0-20	0,14	0,08	0,07	0,18	0,47
		20-40	0,15	0,18	0,06	0,27	0,66
	N900 + ТМ	0-20	0,16	0,18	0,1	0,29	0,73
		20-40	0,17	0,11	0,12	0,21	0,61
Амарант багряный	Контроль без ТМ	0-20	0,2	0,1	0,08	0,15	0,53
		20-40	0,1	0,1	0,06	0,07	0,33
	Контроль + ТМ	0-20	0,22	0,17	0,12	0,2	0,71
		20-40	0,19	0,1	0,08	0,13	0,5
	N300 без ТМ	0-20	0,11	0,07	0,06	0,26	0,5
		20-40	0,11	0,06	0,04	0,18	0,39
	N300 + ТМ	0-20	0,22	0,18	0,11	0,21	0,72
		20-40	0,18	0,09	0,06	0,2	0,53
	N900 без ТМ	0-20	0,12	0,11	0,09	0,17	0,49
		20-40	0,08	0,1	0,04	0,36	0,58
	N900 + ТМ	0-20	0,12	0,18	0,07	0,38	0,75
		20-40	0,14	0,1	0,08	0,2	0,52

РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗЕМЕЛЬ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ИНТЕНСИВНОМ ПРИМЕНЕНИИ БЕСПОДСТИЛОЧНОГО НАВОЗА

С.И. Тарасов, Н.А. Тамонова, Н.А. Никитина, И.Р. Макарихина
ГНУ ВНИИОУ Россельхозакадемии, г. Владимир, tarasov.s.@mail.ru

Краткосрочные полевые исследования не позволяют определить эффективность, экологическую безопасность применения органических удобрений, производимых на основе отходов индустриального животноводства – бесподстилочного навоза, помета.

Начиная с 1983 г., на опытном поле ГНУ ВНИИОУ в долгосрочном опыте, в рамках программы длительных опытов географической сети по комплексному применению удобрений и других средств химизации (регистрационный № 088 в Реестре аттестатов длительных опытов) определяются агроэкологические последствия систематического применения возрастающих норм бесподстилочного навоза под многолетние травы, их воздействие на процессы, обусловливающие почвоутомление - явление рассматриваемое, как нарушение экологического равновесия в системе «почва-растение» одностороннего воздействия на почвенную среду монокультуры.

Почва участка дерново-подзолистая на мощной суглинистой морене. Перед закладкой опыта (1982 г.) почва (0-20 см) имела агрохимические показатели: $pH_{сол}$ 4,9; содержание гумуса (по Тюрину) 1,34-1,39%; подвижного фосфора и обменного калия (по Кирсанову), соответственно, 5,6 – 6,8 и 14,7 мг/100 г; Нг (по Каппену) 1,9 мг-экв./100 г; S (по Каппену – Гильковицу) 3,7 мг-экв./100 г. Схема полевого опыта включала следующие варианты: 1. Без удобрений (контроль); 2. Удобрение – бесподстилочный навоз (БН), норма N300; 3. БН, N400; 4. БН, N500; 5. БН, N700; 6. Минеральные удобрения (эквивалент NPK варианта 2). Площадь опытной делянки 70 $м^2$; учетной – 54 $м^2$. Повторность четырехкратная. Опытная культура - кострец безостый сорта Моршанский 760. Агротехника общепринятая для зоны Владимирской области. Используемый на удобрение бесподстилочный навоз свиней характеризовался низким содержанием сухого вещества (2,8-6,0%), азота (0,08-0,24%), фосфора (0,05-0,16%), калия (0,03-0,08%), высокой степенью биологического загрязнения: коли-титр 10^{-7}-10^{-10}; титр энтерококков 10^{-5}-10^{-7}; яйца гельминтов (аскарид, власоглавов, эзофагостом) 120-160 шт./л. В навозе обнаружены патогенные сероварианты кишечной палочки (О2;9;101;115),сальмонеллы. Бесподстилочный навоз и минеральные удобрения равномерно распределяли по всей поверхности делянки перед отрастанием трав. При внесении удобрений единовременная доза бесподстилочного навоза не превышала N300. При большей норме бесподстилочный навоз применяли дробно под три укоса:

N400 (300+100+0); N500(300+100+100); N700(300+200+200). Для агрохимических исследований почву отбирали по горизонтам с глубины 5 м через каждые 20 см с помощью буровой передвижной установки АВБ-2М на базе ГАЗ-66. Групповой фракционный состав гумуса определяли по схеме И.В. Тюрина в модификации В.В. Пономаревой и Т.А. Плотниковой. Содержание тяжелых металлов в почве изучали согласно методическим указаниям ЦИНАО. Численность в почве аммонифицирующих бактерий устанавливали методом титра на мясопептонном бульоне; денитрифицирующих – на жидкой среде Гильтая; нитрифицирующих – посевом на водном 2%-ном агаре с амонийно-магниевой солью фосфорной кислоты; бактерий, усваивающих минеральный азот, - на крахмало-аммиачном агаре. Достоверными различиями численности микроорганизмов считались те, которые составляли 2 и более раза. Биологическую активность почвы изучали аппликационным методом, весовым методом с использованием фотопластин, по интенсивности дыхания. Токсичность почвы определяли методом биотестов. Санитарно-гигиенические исследования почвы выполняли согласно требованиям методических рекомендаций по изучению влияния животноводческих комплексов на окружающую среду. Урожай зеленой массы многолетних трав определяли сплошным способом со всей учетной площади каждой делянки. Экономическую эффективность применения различных доз бесподстилочного навоза в качестве удобрения устанавливали по минимуму приведенных затрат с учетом прибавки урожайности.

В соответствии с результатами исследований одностороннее, без применения удобрений, многолетнее использование травостоя костреца безостого обусловило его изреживание, снижение продуктивности. В контрольном варианте опыта в первые 5 лет его содержание в травостое снижалось до 50 %, через 10 лет – до 15 %, через 18 лет – до 4 % (табл. 1,2). В 2001 г. агроценоз полностью сменился фитоценозом. На делянках контрольного варианта опыта сформировались очень устойчивые, малопродуктивные климаксовые формации. В травостое отсутствует доминирующая культура. Ботанический состав представлен более, чем 20 биологически отличными видами растений. Вероятно, одним из основных факторов выпадения костреца безостого в старовозрастном травостое контрольного варианта опыта являлось развитие процессов почвоутомления, обусловленное прежде всего односторонним выносом биогенных элементов, нарушением баланса минеральных веществ в почве, накопления в ней токсичных продуктов - выделений ризосферы, филосферы, снижением численности и биологической активности ее микробиоценоза (табл. 3). Совершенно иные результаты исследований получены в вариантах с регулярным применением удобрений. Использование последних во все годы проведения исследований (1983-2011 гг.) обеспечило заметное увеличение

урожая зеленой массы костреца безостого. При этом применение бесподстилочного навоза и минеральных удобрений в дозах, эквивалентных по содержанию основных биогенных элементов питания, обусловило одинаковое увеличение урожая зеленой массы костреца. На протяжении всего периода исследований с увеличением дозы удобрений повышались прибавки урожая. В сравнении с контрольным вариантом опыта применение бесподстилочного навоза в дозах $N_{300,500,700}$ повышало урожайность многолетних трав, в среднем, соответственно на 250-300, 300-350, 350-400 %. Как свидетельствуют результаты исследований, урожайность костреца безостого при использовании удобрений различалась по годам и зависела от метеоусловий вегетационного периода.

Таблица 1. **Влияние систематического применения бесподстилочного навоза на урожай зеленой массы многолетних трав**

Варианты опыта	Средняя урожайность, ц/га						
	1983-1987	1988-1992	1993-1997	1998-2002	2003-2007	2008-2011	1983-2011
Контроль	69	51	104	97	133	80	89
Бесподстилочный навоз, N 300	338	250	263	358	419	324	325
Бесподстилочный навоз, N 700		351	366	436	515	433	417
Минеральные удобрения, NPK	360	195	221	351	410	307	307

Таблица 2. **Влияние систематического применения бесподстилочного навоза на содержание костреца безостого в травостое**

Варианты опыта	Содержание костреца в травостое, %						
	1983	1987	1992	1997	2002	2007	2011
Контроль	100	50	15	11	2	1	0,5
Бесподстилочный навоз, N 300	100	84	71	56	59	97	98
Бесподстилочный навоз, N 700	100	82	79	78	78	85	99
Минеральные удобрения, NPK	100	76	64	48	56	84	96

Таблица 3. **Влияние регулярного применения различных доз бесподстилочного навоза на микробиологические характеристики, биологическую активность почвы**

Варианты опыта	Численность микроорганизмов				Биологическая активность почвы		
	Использующие минеральные формы азота на КАА		Целлюлозоразрушающие микроорганизмы на среде Гетчинсона				
	10^3 КОЕ/г						
	бактерии	актиномицеты	бактерии	грибы	дыхания кг CO_2/га/час	интенсивность разложения, %	
						клетчатки	желатина
Контроль	6933	2400	1.0	1.3	0.2	19	14
Бесподстилочный навоз, N 300	13933	4600	24.7	3.0	0.27	38	45
Бесподстилочный навоз, N 700	14000	4667	25.3	4.7	0.81	82	89
Минеральные удобрения	12000	4133	18.7	1.7	0.21	35	26

Согласно результатам многолетних исследований высокопродуктивное долголетие в одновидовых посевах многолетних трав при систематическом применении бесподстилочного навоза, вероятно, обусловлено подавлением процессов почвоутомления. Регулярное внесение бесподстилочного навоза компенсировало односторонний вынос питательных веществ, обеспечило многолетние травы необходимыми элементами питания, повышало содержание в почве органического вещества, гумуса, снижало кислотность, улучшало физико-химические свойства почвы, ее воздушный, водный режимы, структурность, создавало более благоприятные условия для роста и развития растений, повышало биогенность почвы, ее биологическую активность, санирующую способность, повышало устойчивость растений к вредителям, сорнякам, устраняло накопление фитотоксичных веществ в почве, снижало уровень ее токсичности; повышало качество продукции растениеводства.

Вместе с тем регулярное применение (1983-2011 гг.) бесподстилочного навоза в сверхвысоких дозах сопровождалось: - резким снижением качества зеленой массы костреца безостого вследствие накопления в ней нитратов, калия, фосфора в токсических концентрациях, нарушения

баланса Ca:P; K:Ca+Mg; суммы кислотных и щелочных грамм-эквивалентов (таблица 4); - химическим и биологическим загрязнением почвы (увеличение содержания подвижного фосфора до избыточно высокого уровня; одностороннее развитие микробиоценоза почвы – увеличение численности нитрифицирующих, денитрифицирующих бактерий, грибов, актиномицетов, приводящее к росту непродуктивных потерь из почвы азота, накопление в ней токсичных соединений, увеличение нагрузок на окружающую среду в результате интенсивной миграции фосфатов, нитратов в зону грунтовых вод, повышения контаминации почвы патогенными микроорганизмами, жизнеспособными яйцами гельминтов; - повышением энергоемкости, снижением окупаемости затрат на внесение бесподстилочного навоза, коэффициентов использования элементов питания многолетними травами.

В соответствии с результатами многолетних исследований, проводимых на опытном поле ГНУ ВНИИОУ Россельхозакадемии, в производственных условиях крупных животноводческих предприятий с учетом отечественного, зарубежного опыта разработаны рекомендации и технология рационального использования земель при длительном интенсивном применении бесподстилочного навоза, помета под кормовые культуры, обеспечивающие воспроизводство плодородия почв, повышение продуктивности и качества урожая сельскохозяйственных культур, защиту окружающей среды от загрязнения.

В рекомендациях приведены характеристики агрохимических, физико-технологических, биохимических, ветеринарно-санитарных, гигиенических свойств жидкого навоза, навозных стоков. Указаны нормативные требования к качеству производимого жидкого навоза, навозных стоков. Подробно изложены требования к условиям хранения бесподстилочного навоза, позволяющего снизить потери питательных веществ, нагрузки на окружающую среду. Большое внимание в рекомендациях уделено особенностям систематического применения высоких доз жидкого навоза, навозных стоков, их влиянию на свойства почвы, урожай, качество кормовых культур, экологическое состояние агробиоценоза. Указаны основные лимитирующие факторы регулярного применения сверхвысоких доз жидкого навоза, навозных стоков в качестве удобрения кормовых культур.

Подробно изложены научные основы эффективного экологически безопасного систематического применения жидкого навоза, навозных стоков в интенсивном режиме под кормовые культуры. Приведены рекомендуемые дозы, сроки, способы регулярного внесения жидкого навоза, навозных стоков под кормовые культуры.

Таблица 4. **Влияние удобрений на качество зеленой массы костреца безостого**

Вариант	Показатели качества урожая						
	зола	NO_3	$N_{общ.}$	сырой протеин	P_2O_5	K_2O	K Ca+Mg
	%	мг/кг	% на воздушно сухое вещество				
1. Контроль	7.34	43	1.84	11.5	0.67	1.78	1.9
2. Бесподстилочный навоз N300	8.15	156	2.6	16.3	0.74	2.49	2.2
3. Бесподстилочный навоз N400	8.32	312	2.6	16.3	0.89	2.54	2.3
4. Бесподстилочный навоз N500	8.44	312	2.83	17.7	0.92	2.53	2.36
5. Бесподстилочный навоз N700	8.7	330	2.92	18.3	0.93	2.6	2.5
6. Минеральные удобрения N300PK	6.76	392	2.42	15.1	0.89	2.35	2.18
ПДК, ОДК, ГН		≤ 500					≤2,2

Технология рационального использования земель при длительном применении бесподстилочного навоза в интенсивном режиме предусматривает комплексный подход к вопросам приготовления, погрузки, транспортирования и внесения с использованием существующих средств механизации жидкого навоза, навозных стоков. В технологиях определен перечень основных и вспомогательных операций, обоснованы требования к их осуществлению, указаны способы выполнения операций. Приведены краткие технические характеристики технических средств и технико-экономические оценки их использования, изложены основные принципы выбора технологий и комплексов машин, а также основные вопросы контроля и управления качеством производственного процесса.

Внедрение рекомендаций и технологий рационального использования земель при длительном применении бесподстилочного навоза в интенсивном режиме обеспечит: повышение прибавки урожая кормовых культур при использовании 1 т жидкого навоза – на 0,1-0,15 ц з.ед.; 1 т навозных стоков – на 0,02-0,04 ц з.ед; получение дополнительного урожая при ежегодном внесении 60 млн. т жидкого навоза и 44 млн. т навозных стоков на 6,9-10,7 млн. ц з.ед.; повышение качества продукции растениеводства, отвечающей требованиям нормативов; снижение нагрузок на окружающую среду на 8,7 млн. ПЭ – популяционных эквивалентов (487 т БПК5), снижение расходов по охране природы при применении жидкого

навоза, навозных стоков на 174 млн. руб.; повышение плодородия почв при систематическом, ежегодном применении жидкого навоза, навозных стоков в оптимальной дозе N300 увеличит содержание гумуса в дерново-подзолистой супесчаной почве на 0,1%/год; повышение рентабельности применения жидкого навоза, навозных стоков позволит увеличить объем применения данных видов удобрений в растениеводстве, снизить их сброс в овраги, балки, водоемы, экологический ущерб от которого превышает 60 млрд. руб.

СИСТЕМА ТЕХНИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ОБОРОТА ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ

С.И. Тарасов[1], Л.М. Шалова[2]

[1]ГНУ ВНИИОУ Россельхозакадемии, г. Владимир, tarasov.s.@mail.ru

[2]ОАО «ВНИИ Сертификации»

С вступлением в силу с 01.07.2003 г. Федерального закона «О техническом регулировании» (п. 184-ФЗ от 27.12.2002) система технического регулирования производства, хранения и применения органических удобрений включает:

- на федеральном уровне – технические регламенты по обеспечению безопасности и утилизации органических удобрений; национальные стандарты, своды правил, соответствующие требованиям международных стандартов, регламентирующие оборот органических удобрений, декларирующие требования к методам их анализа; требования к системе регистрации и сертификации новых видов удобрений;

- на корпоративном уровне – технические условия, своды правил и технологические регламенты на коммерческие виды органических, органоминеральных удобрений.

Основными нормативно-правовыми документами, определяющими требования к безопасности использования органических удобрений, должны стать специальные технические регламенты «Требования к обеспечению безопасности использования и утилизации органических отходов животноводства и птицеводства, предприятий, перерабатывающих животноводческую продукцию», «О требованиях к безопасности удобрений, процессов их производства, хранения, перевозки, реализации и утилизации», «О требованиях к безопасности технических средств и процессов применения удобрений».

Данные регламенты предусмотрены Программой разработки технических регламентов на 2004-2006 гг. (распоряжение Правительства РФ от 06.11.2004 гг. № 1421-р).

Технический регламент – документ, который принят международным договором РФ, ратифицированным в порядке, установленном законодательством РФ, или межправительственным соглашением, или постановлением Правительства РФ и определяет обязательные для применения и исполнения требования к объектам технического регулирования.

Доказательной базой технических регламентов согласно ФЗ-65 от 1.05.2007г. «О внесении изменений в ФЗ «О техническом регулировании» **являются стандарты** и своды правил.

В соответствии с ФЗ-184 от 27.12.2002г. стандарт- документ, в котором в целях добровольного многократного использования устанавливаются характеристики продукции, правила осуществления и характеристики процессов проектирования, производства, строительства, монтажа, наладки, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, выполнения работ или оказания услуг. Стандарт может содержать правила и методы исследований и измерений, правила отбора образцов, требования к терминологии, символике, упаковке, маркировке или этикеткам и правилам их нанесения.

В случае отсутствия национального стандарта законодательством предусмотрено введение обязательного или добровольного свода правил – аналога стандарта, разработанного и утвержденного федеральными органами исполнительной власти в пределах их полномочий, к примеру, Минсельхозом России).

В настоящее время оборот органических удобрений в РФ регулируется более, чем 20 стандартами, из которых 12 определяют правила отбора органических удобрений, методы их контроля:

ГОСТ Р 53398-2009. Удобрения органические. Методы определения удельной активности техногенных радионуклидов.

ГОСТР 53218-2008. Удобрения органические. Атомно-абсорбционный метод определения содержания тяжелых металлов.

ГОСТ Р 53745-2009. Удобрения органические. Методы определения удельной эффективной активности природных радионуклидов.

ГОСТ Р 54001-2010 Удобрения органические. Методы гельминтологической оценки.

ГОСТ Р 54002- 20010 Удобрения органические. Методы определения засоренности.

ГОСТ 27980-88. Удобрения органические. Методы определения органического вещества.

ГОСТ 27979-88. Удобрения органические. Метод определения pH.

ГОСТ 26718-85. Удобрения органические. Метод определения общего калия.

ГОСТ 26717-85. Удобрения органические. Метод определения общего фосфора.

ГОСТ 26716-85. Удобрения органические. Метод определения аммонийного азота.

ГОСТ 26715-85. Удобрения органические. Метод определения общего азота.

ГОСТ 26714-85. Удобрения органические. Метод определения золы.

ГОСТ 26713-85. Удобрения органические. Метод определения влаги и сухого остатка.

ГОСТ 26712-85. Удобрения органические. Общие требования к методам анализа.

Единые требования к процессам производства, хранения, анализа, транспортирования и применения органических удобрений декларированы в 3 стандартах - технических условиях:

ГОСТ Р 53116-2008. Удобрения органические на основе органогенных отходов растениеводства и предприятий, перерабатывающих растениеводческую продукцию. Технические условия.

ГОСТ Р 53117-2008. Удобрения органические на основе отходов животноводства. Технические условия.

ГОСТ Р 54000-2010 Удобрения органические сапропелевые. Технические условия.

Требования к машинам по внесению органических удобрений установлены в 2 стандартах:

ГОСТ Р 52759-2007. Машины для внесения твердых органических удобрений. Методы испытания.

ГОСТ 23074-85. Машины для внесения жидких органических удобрений. Общие технические условия.

Требования безопасности производства, хранения, применения органических удобрений представлены в стандартах:

ГОСТ 26074-84. Навоз жидкий. Ветеринарно-санитарные требования к обработке, хранению, транспортированию и использованию.

ГОСТ 17.1.3.13-86. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране поверхностных вод от загрязнения.

ГОСТ Р 17.4.3.07-2001. Охрана природы. Почвы. Требования к свойствам осадков сточных вод при использовании их в качестве удобрений.

ГОСТ 30774-2001. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Паспорт опасности отходов. Основные требования.

Термины и определения, касающиеся органических удобрений обобщены в 2 стандартах:

ГОСТ Р 53042-2008. Удобрения органические. Термины и определения.

ГОСТ 20432-83. Удобрения. Термины и определения.

В 2008 – 2011гг. специалистами ГНУ ВНИИОУ Россельхозакадемии в рамках деятельности Технического Комитета «Качество почв и грунтов» (ТК 025) Ростехрегулирования разработаны и введены в действие 14 национальных стандартов, относительно терминологии, технических условий, методов анализа органических удобрений. Завершена разработка ГОСТ Р декларирующих требования к традиционным видам органических удобрений, агрохимическим, токсикологическим, радиологическим анализам копрологических объектов.

Учитывая появление на потребительском рынке многочисленных новых, нетрадиционных видов органических удобрений, разработан и утвержден в Федеральном агентстве по техническому регулированию и метрологии национальный стандарт «Удобрения органические. Термины и определения» (ГОСТ Р 53042-2008). Стандарт включает 111 терминов и определений. Его введение позволило устранить существующие противоречия в области терминологической идентификации органических удобрений, способствовало лучшему взаимопониманию хозяйствующих субъектов.

Национальные стандарты РФ «Удобрения органические на основе органогенных отходов растениеводства и предприятий, перерабатывающих растениеводческую продукцию. Технические условия» (ГОСТ Р 53116 – 2008), «Удобрения органические на основе отходов животноводства. Технические условия» (ГОСТ Р 53117 – 2008) устанавливают требования к качеству, безопасности, методам контроля, условиям транспортирования, хранения, экологической безопасности данных видов органических удобрений.

Согласно нормативным положениям содержание токсичных соединений, радионуклидов, мышьяка, тяжелых металлов (Hg, Pb, Cd, Zn и др.), стойких хлорорганических загрязняющих веществ в удобрениях не должно превышать гигиенических нормативов. Удобрения не должны содержать болезнетворных микроорганизмов, жизнеспособных яиц, личинок гельминтов, синантропных мух, цист кишечных простейших, вредителей растений, возбудителей болезней растений (сорняков), имеющих карантинное значение для РФ. Введение в действие указанных стандартов обеспечит безопасное, высокоэффективное, энерго-, ресурсосберегающее использование органических удобрений, производимых на основе отходов животноводства, растениеводства, предприятий, перерабатывающих растениеводческую продукцию.

В последнее время для производства овощных, цветочных культур, устройства газонов широкое распространение получило производство питательных грунтов.

Питательный грунт – это искусственно созданный многокомпонентный грунт, предназначенный для выращивания с.-х. культур, отличающихся повышенными требованиями к плодородию почв, условиям их произрастания. Питательные грунты применяют как в чистом виде для выращивания с.-х. культур, так и в смеси с минеральной почвой.

Каждое растение уникально, имеет свою специфику требований к грунтам. Ассортиментный ряд питательных грунтов чрезвычайно разнообразен. Вместе с тем существуют общие, базовые требования к свойствам питательных грунтов, обеспечивающие безопасность, высокоэффективное их применение.

Национальный стандарт (ГОСТ Р 53381 - 2009) «Почвы и грунты. Грунты питательные. Технические условия» устанавливает требования к качеству, безопасности, методам контроля, условиям транспортирования, хранения и применения питательных грунтов. Грунт питательный применяют как для краткосрочного использования – при выращивании рассады овощных, плодово-ягодных, цветочных, декоративных культур, так и для длительного выращивания растений.

Учитывая специфику выращивания тепличных растений (крайне ограниченный размер корнеобитаемого пространства, обильные поливы, высокие риски заболеваемости), тепличные грунты должны:

1) обладать хорошей воздухопроницаемостью;

2) отличаться высокой водоудерживающей и поглотительной способностью;

3) иметь в своем составе оптимальное сочетание и концентрации макро- и микроэлементов в зависимости от биологии возделываемой культуры;

4) отличаться низким содержанием токсичных соединений;

5) быть обеззараженными и обезвреженными от патогенных, болезнетворных микроорганизмов, жизнеспособных яиц, личинок гельминтофауны, цист патогенных кишечных простейших, личинок синантропных мух, вредителей тепличных растений.

При выращивании овощных, цветочных культур используют тепличные грунты. Тепличный грунт (почва теплиц) – это искусственно созданный многокомпонентный насыпной грунт, предназначенный для внесезонного выращивания растений. До настоящего времени тепличные грунты производились в соответствии с требованиями корпоративных технических условий, к примеру, ТУ 2186-002-00494172-94, ТУ 2186-001-05048357-2000. Однако данные ТУ не включают современные требования безопасности.

В национальном стандарте «Почвы и грунты. Грунты тепличные. Технические условия» (ГОСТ Р 53380 – 2009), аналогично грунтам питательным, требования безопасности обоснованы положениями СанПиН 1.2.1077-01; СанПиН 1.2.1170-02; СанПиН 1.2.1330-03; ГН 2.1.7.020-94; МУ 2.1.730-99; НРБ-19; ОСПОРБ-99.

Особое внимание уделяется необходимости отсутствия в тепличных грунтах вредителей и патогенных микроорганизмов, вызывающих заболевания растений, жизнеспособных семян карантинных сорных растений.

В соответствии с современными требованиями (СанПиН 1.2.1330-03) все виды органических удобрений нормируются по содержанию токсичных соединений, радионуклидов. В качестве руководства для определения содержания тяжелых металлов, радионуклидов в органических удобрениях до настоящего времени использовались методы, разработанные для почв, растительной продукции. В 2008г. впервые были разработаны национальные стандарты: «Удобрения органические. Атомно-абсорбционный метод определения содержания тяжелых металлов», «Удобрения органические. Методы определения удельной активности техногенных радионуклидов», «Удобрения органические. Методы определения суммарной удельной активности природных радионуклидов».

В основу ГОСТ Р 53218 – 2008 «Удобрения органические. Атомно-абсорбционный метод определения содержания тяжелых металлов» положено атомно-абсорбционное спектрометрическое определение концентрации цинка, меди, свинца, хрома, никеля и кадмия в кислотном растворе золы органических удобрений. В стандарте изложена методика отбора проб, их подготовка к анализам, проведение анализа и алгоритм расчётов результатов анализа и ошибки определения тяжёлых металлов.

Предложены экспрессный и лабораторный методы определения суммарной удельной активности природных радионуклидов (ГОСТ Р 53745 – 2009).

Экспрессный метод предусматривает использование переносных радиометров. Нижний предел измерения – не более 100 Бк/кг. Относительная погрешность измерения – не более 30 %. Метод не применяется при загрязнении органических удобрений техногенными радионуклидами.

Лабораторный метод предполагает применение стационарных гамма-спектрометров. Нижний предел измерения – не более 50 Бк/кг. Относительная погрешность измерения – не более 20 %. В основу метода определения удельной активности техногенных радионуклидов (ГОСТ Р 53398 – 2009) положено гамма - спектрометрическое и гамма - радиометрическое определение ^{137}Cs в пробах органических удобрений. Изложена методика подготовки проб различных органических удобрений к анали-

зу, техника выполнения анализа, алгоритм расчётов результатов анализа и ошибки определения удельной активности ^{137}Cs.

Гамма - радиометрическое определение ^{137}Cs проводится на территориях, имеющих выпадения радионуклидов от аварии. На других территориях ^{137}Cs рекомендуется определять гамма - спектрометрическим методом. В основу метода положено извлечение ^{90}Sr из озоленных проб органических удобрений 6 моль/дм^3 азотной кислотой, селективное экстракционное выделение стронция дициклогесил18-краун 6 в хлороформе с последующей реэкстракцией стронция, осаждением карбоната стронция и радиометрией на низкофоновом бетарадиометре.

Используя данный метод за 1 рабочий день возможно проведение 3-5 анализов озоленных образцов органических удобрений. Время радиохимического выделения ^{90}Sr из азотнокислого раствора составляет 40-60 минут.

Сцинтилляционный гамма-спектрометрический и гамма–радиометрический методы применимы при анализе образцов, которые не содержат "свежих" продуктов деления. Присутствие в образцах радионуклида $^{40}К$ не препятствует определению радиоцезия данными методами.

Радиохимическая методика не предусматривает разделение изотопов ^{89}Sr и ^{90}Sr.

Диапазон измеряемых значений удельной активности радиоцезия при массе навески 1кг составляет 2 - 10^4 Бк, радиостронция - 0,2-200 Бк.

ГОСТ Р 54001-2010 «Удобрения органические. Методы гельминтологической оценки» устанавливает общие требования к методам определения в органических удобрениях эктогенных стадий возбудителей гельминтозов (яиц, личинок) общих для животных и человека. Изложена методика отбора, хранения, транспортирования, подготовки проб органических удобрений, техника приготовления флотационных растворов, В основу методов положены флотационный и седиментационный способы выявления яиц и личинок гельминтов в органических удобрениях и специальные методы определения их жизнеспособности. Представлены экспресс-метод гельминтологического анализа бесподстилочного навоза, метод анализа органических удобрений на наличие личинок гельминтов по Берману. Приведены средства измерений, вспомогательное оборудование, посуда, материалы, правила, техника безопасности при проведении гельминтологической оценки органических удобрений.

ГОСТ Р 54651-2001 «Удобрения органические на основе осадков сточных вод» устанавливают нормативные требования к органическим удобрениям, производимым на основе осадков сточных вод методом компостирования с торфом, опилками, соломой и другими органическими отходами, почвой, грунтом, а также методом вермикомпостирования, для

применения в сельскохозяйственном производстве для выращивания технических, кормовых, зерновых и сидеральных культур, личном подсобном хозяйстве для выращивания рассады овощных и цветочных культур, в зеленом строительстве, зеленом строительстве, лесоводстве под посадки лесохозяйственных культур вдоль дорог, в питомниках лесных и декоративных культур, в цветоводстве, для окультуривания истощенных почв, рекультивации нарушенных земель и откосов автомобильных дорог; рекультивации свалок твердых бытовых отходов. Стандарт распространяется на органические удобрения из осадков сточных вод, в том числе осадка первичных отстойников, избыточного активного ила, смеси осадка первичных отстойников и избыточного активного ила, соответствующих по своему составу отходам IV класса опасности, обеспечивающие их эффективное и экологически-безопасное использование. В стандарте четко разграничены показатели свойств органические удобрения из осадков сточных вод, используемых в зеленом строительстве, сельскохозяйственном производстве, в цветоводстве, для окультуривания истощенных почв, рекультивации нарушенных земель , свалок твердых бытовых отходов.

ГОСТ Р 54519-2011 «Удобрения органические. Методы отбора проб» устанавливает общие требования к методам отбора точечных, объединенных, лабораторных, аналитических проб органических удобрений, предназначенных для оценки их физических, агрохимических свойств, микробиологических, ветеринарно-санитарных, гигиенических характеристик. Стандарт также устанавливает требования к консервации и хранению лабораторных проб органических удобрений.

Методы определения засоренности органических удобрений в ГОСТ Р 54002-2010 «Удобрения органические. Методы отбора проб» основаны на выделении семян и вегетативных органов размножения сорных растений из анализируемой пробы и определении их жизнеспособности. В стандарте изложена методика отбора проб, подготовка их к исследованию, количественный и качественный анализ семян и вегетативных органов размножения сорных растений.

До настоящего времени микробиологическая оценка органических удобрений осуществлялась методами, предназначенными для почвенных микробиоценозов. ГОСТ Р 54653-2011 «Удобрения органические. Методы микробиологического анализа» впервые устанавливает методы микробиологического анализа органических удобрений с учетом специфики, видового состава копрологических объектов. В стандарте приведены оборудование, реактивы, материалы, используемые при проведении микробиологического анализа органических удобрений. Указаны правила отбора и подготовки проб органических удобрений к проведению микробиологических исследований. Представлены требования к подготовке лабораторных помещений, правила стерилизации посуды, инструментов, питательных

сред, физиологических растворов, правила приготовления разведений, посевов и учета микроорганизмов-аммонификаторов, использующих органические формы азота, микроорганизмов, использующих минеральные формы азота, нитрифицирующих, денитрифицирующих, азотфиксирующих, целлюлозоразрушающих микроорганизмов, микроскопических грибов, автохтонной микрофлоры,

В ближайших планах работы технического комитета «Качество почв и грунтов» (ТК 025) – завершение формирования базы: а) национальных стандартов, декларирующих требования к качеству и безопасности использования практически всех видов органических удобрений; б) национальных стандартов, устанавливающих требования к методам анализа органических удобрений на содержание патогенных, болезнетворных микроорганизмов, яиц, личинок синантропных мух, цист кишечных простейших, остаточных количеств пестицидов и пр.

Внедрение в действие новых национальных стандартов направлено на повышение точности, сходимости, воспроизводимости результатов аналитических исследований, обеспечение более эффективной защиты жизни и здоровья граждан, имущества физических и юридических лиц, государственного и муниципального имущества, охраны окружающей среды, предупреждения действий, вводящих в заблуждение потребителей при использовании органических удобрений.

ДИНАМИКА АГРОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МЕХАНИЧЕСКИ НАРУШЕННОЙ СВЕТЛО-СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЫ В ПРОЦЕССЕ ЕЕ РЕКУЛЬТИВАЦИИ

В.И. Титова, А.А. Ветчинников, И.В. Вершинина

ФГБОУ ВПО «Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия», г. Нижний Новгород, titovavi@yandex.ru

На территории России площадь нарушенных земель, в соответствии с данными государственного статистического наблюдения, составляет более 1100 тыс. га (Государственный доклад …, 2008). Следствием механического воздействия на сельскохозяйственные угодья средств технического прогресса являются физические нарушения почвенного покрова и изменение его качественных (агрономических) характеристик (Ветчинников А.А., 2010), что сопровождается снижением экологической устойчивости агроландшафтов и порождает проблему воспроизводства плодородия нарушенных почв. Важнейшим же приемом повышения плодородия почв, позволяющим улучшить их физические, водно-физические и агрохимические свойства, является внесение органических удобрений в виде традиционных отходов животноводства или сидерального удобрения, за-

делываемого в почву (Лыков А.М., Еськов А.И., Новиков М.Н., 2004; Титова В.И., Дабахов М.В., Дабахова Е.В., 2009 и мн. др.).

Целью работы была оценка изменений свойств светло-серой лесной нарушенной почвы, на которой сразу после окончания работ на магистральном нефтепроводе была проведена рекультивация, биологический этап которой заключался во внесении 40 т/га торфо-навозного компоста и залужении территории многолетними злаковыми травами. Результаты получены в течение 2009-2011 гг. методом мониторинговых наблюдений за отдельными участками, расположенными в пределах одного хозяйства (СПК «Нижегородец» Дальне-Константиновского района Нижегородской области) на землях одной почвенной разности. Суждение об изменениях делали на основе сравнения результатов анализа отобранных на исследование почвенных проб с данными прошлых лет или с подобными характеристиками ненарушенной почвы, идентичной по генетическим признакам.

Для детального изучения для каждого из изучаемых вариантов были взяты по 3 пробные площади, располагающиеся непосредственно на полосе отвода (ширина которой, согласно технологии проведения строительно-ремонтных работ, составляет 14 м), на которой в весенне-летний период 2009 года были проведены работы по замене дефектного участка магистрального нефтепровода Горький-Рязань. Осенью 2009 года на участках была проведена биологическая рекультивация. Фоновым объектом (контроль) при этом служила территория поля, в рамках которой была выделена названная полоса отвода, не затронутая деятельностью по строительству и ремонту нефтепровода (в соответствии с паспортной ведомостью на светло-серых лесных почвах это участок № 68, площадью 27 га, на котором произрастают бобово-злаковые травы 2-3 гг. использования). Почвенные образцы отбирали из 3^{x} точек каждой пробной площадки несколько раз за время наблюдений: через год после внесения органических удобрений и залужения – осенью 2010 г., а также весной и осенью 2011 г. Таким образом, объем вариационного ряда для каждого варианта был равен 9. Краткое описание вариантов изучения приведено в таблице 1.

В образцах почв определяли: содержание гумуса по ГОСТ 26213-91; обменную кислотность (pH солевой вытяжки) по ГОСТ 26483-85; гидролитическую кислотность (ГОСТ 26212-91) по Каппену; сумму поглощённых оснований (ГОСТ 27821-88) – по Каппену-Гильковицу; подвижные соединения фосфора и калия по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26207-91). Математическая обработка результатов исследований проведена методом вариационной статистики (Дмитриев Е.А., 1972) с использованием программного обеспечения Microsoft Office Excel 2007.

Согласно данным хозяйства (Почвы…, 1983) на анализируемой территории располагаются светло-серые лесные легкосуглинистые почвы,

сформированные на красных пермских глинах татарского яруса, обладающие генетически низкой степенью устойчивости к антропогенному воздействию. Результаты определения показателей, характеризующих физико-химические свойства почвы, показаны в таблице 2.

Таблица 1. **Схема исследования**

№	Содержание варианта	Краткое обозначение
1	Контроль – ненарушенная почва, осень 2009 г.	Контроль
2	Нарушенная почва – до начала рекультивации, осень 2009 г.	Нарушенная почва
3	Нарушенная почва – через 1 год после рекультивации – осень 2010 г.	Рекультивация – 1 г.
4	Нарушенная почва – через 1,5 года после рекультивации – весна 2011г.	Рекультивация – 1,5 г.
5	Нарушенная почва – через 2 года после рекультивации – осень 2011 г.	Рекультивация – 2 г.

Таблица 2. **Динамика показателей, характеризующих физико-химические свойства нарушенных почв, после проведения биологической рекультивации**

Варианты	pH_{kcl}		S, мг-экв./100 г		$H_г$, мг-экв./100 г	
	M ± m	V,%	M ± m	V,%	M ± m	V,%
Контроль	6,00 ± 0,07	3	9,83 ± 0,11	2	1,47 ± 0,04	2
Нарушенная почва	5,10 ± 0,12	26	7,17 ± 0,06	33	1,90 ± 0,03	28
Рекультивация – 1 г.	5,23 ± 0,06	16	7,43 ± 0,07	24	1,82 ± 0,01	16
Рекультивация –1,5 г.	5,40 ± 0,07	18	7,83 ± 0,11	13	1,70 ± 0,02	14
Рекультивация – 2 г.	5,63 ± 0,06	3	8,33 ± 0,12	4	1,61 ± 0,02	13

Здесь и далее: M – среднее значение; m – ошибка среднего; V – коэффициент вариации

Известно, что состояние почвенного поглощающего комплекса во многом обеспечивает качество почвы и ее способность обеспечивать растениям условия для их нормальной жизнедеятельности.

Одним из главных условий существования жизни в почве является кислотность среды. Судя по pH солевой вытяжки, сразу после проведения работ на магистральном нефтепроводе почва из группы агрономически нейтральной перешла в группу слабокислых почв. При этом вдвое увеличился и коэффициент вариации, что свидетельствует о широком диапазоне наблюдаемых значений обменной кислотности почвы, вызванном, вероятнее всего, нарушением технологии проведения работ и примешиванием к

пахотному горизонту нижележащих слоев. Через 1 год и 1,5 года после внесения органических удобрений кислотность почвы снижается, но по классификации почвы трактуются также – слабокислые. И только осенью 2011 г. почва переходит в группу «близкие к нейтральным».

Аналогичным образом изменяется и показатель гидролитической кислотности: максимальной величины он достигает сразу после нарушения почв, затем постепенно гидролитическая кислотность снижается, но даже через 2 года после проведения биологической рекультивации величина $H_г$ не достигает величины контрольного образца почвы.

До начала негативного воздействия почва по сумме поглощенных оснований приближалась к группе со средней обеспеченностью, во все остальные сроки отбора почвенных проб содержание поглощенных оснований характеризуется как низкое. Об агрохимической характеристике почвы после проведения биологической рекультивации свидетельствуют данные, показанные в таблице 3.

Таблица 3. **Динамика показателей, характеризующих питательные свойства нарушенных почв, после проведения биологической рекультивации**

Варианты	Гумус, %		P_2O_5, мг/кг		K_2O, мг/кг	
	M ± m*	V,%	M ± m	V,%	M ± m	V,%
Контроль	1,48 ± 0,2	3	144 ± 2	4	87 ± 2	5
Нарушенная почва	1,00 ± 0,18	43	81 ± 6	18	79 ± 4	21
Рекультивация – 1 г.	1,45 ± 0,03	27	125 ± 2	14	75 ± 2	16
Рекультивация –1,5 г.	1,29 ± 0,01	19	141 ± 3	12	86 ± 1	14
Рекультивация – 2 г.	1,44 ± 0,02	9	128 ± 4	12	81 ± 2	15

Согласно ГОСТ 27593-88, качество почвы трактуется как характеристика свойств и состава почвы, определяющая ее плодородие. При этом под плодородием почвы подразумевается ее способность удовлетворять потребности растений не только в воде, воздухе и других абиотических факторах среды, но и в элементах питания как основных ресурсных факторах. Более того, поддержание запаса элементов питания является одним из главных направлений по предотвращению снижения плодородия почв.

Среди приведенных показателей особого внимания заслуживает содержание гумуса как основного источника азота и запасника большого количества макро- и микроэлементов (Александрова Л.Н., 1980). Данные свидетельствуют, что содержание гумуса в почве до нарушения характеризовало ее как слабогумусированную, работы на нефтепроводе привели к резкому снижению содержания гумуса в перерытых почвах и перевели их в группу с обеспеченностью гумусом «меньше минимального значения».

Нельзя не отметить при этом очень резкое увеличение коэффициента вариации, что напрямую свидетельствует о неоднородности верхнего обрабатываемого слоя (отбор проб произведен из слоя 0-28 см) по соотношению органических и минеральных компонентов почвы. Внесение торфонавозного компоста под посев многолетних трав и двухлетнее содержание почвы под травами позволили восстановить исходное содержание гумуса.

Содержание подвижных соединений фосфора (как элемента, входящего в состав не только минеральной, но и органической частей почвы), подвержено более резким изменениям: сразу после нарушения оно снизилось почти вдвое. При этом синхронность количественных изменений в содержании гумуса и подвижных соединений фосфора является дополнительным подтверждением того, что при проведении строительно-ремонтных работ на магистральном трубопроводе были допущены нарушения технологии, выразившиеся в примешивании к верхнему органогенному горизонту почвы нижележащих высокоминеральных и слабогумусированных горизонтов. Так, согласно данным мониторинговых наблюдений метрового слоя почв одного из реперных участков (№ 052223018), расположенного в Дальне-Константиновском районе (Отчет по локальному…, 2009), содержание гумуса в слоях почвы ниже 50-сантиметровой отметки не выходит за пределы 0,3-0,5%. Глубина же расположения магистрального нефтепровода и, соответственно, глубина траншеи для проведения ремонтных работ, составляет от 100-120 до 200 см (РД 39-00147105-006-97…). На содержании подвижных соединений калия работы по выборочному ремонту дефектов на трубопроводе в данном случае отразились слабо. В процессе рекультивации содержание подвижных соединений фосфора и калия восстановилось до значений, свойственных ненарушенной светло-серой лесной легкосуглинистой почве хозяйства.

Таким образом, по результатам трехлетнего мониторинга качественного состояния почв, нарушенных при строительно-ремонтных работах на магистральном нефтепроводе, проходящем по землям СПК «Нижегородец», можно заключить следующее:

- ремонтно-строительные работы на магистральном нефтепроводе сопровождаются механическими нарушениями верхнего корнеобитаемого слоя почвы, что негативно сказывается на характеристике поглощающего комплекса и питательных свойствах почвы: повышается гидролитическая и обменная кислотность при снижении суммы поглощенных оснований; резко и со значительной долей вариабельности (43%) снижается содержание гумуса, в также содержание подвижных соединений фосфора и калия;

- внесение торфо-навозного компоста в дозе 40 т/га и двухлетнее содержание нарушенной почвы под многолетними травами способствует улучшению физико-химических характеристик почвенного поглощающего комплекса и питательных свойств светло-серой лесной легкосуглинистой

почвы, практически уравнивая ее в соответствующих показателях с ненарушенной аналогичной (контрольной) почвой до начала антропогенного воздействия.

Литература

1. Ветчинников, А.А. Эколого-агрохимическое обоснование технологии рекультивации сельскохозяйственных земель, нарушенных при производстве работ на линейных сооружениях: дис… канд. с.-х. наук: 06.01.04 / Ветчинников Александр Александрович. – Н. Новгород, 2010. – 155 с.

2. ГОСТ 27593-88. Почвы. Термины и определения.

3. Государственный доклад о состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2007 году. – М.: АНО «Центр международных проектов», 2008. – 504 с.

4. Лыков А.М., Еськов А.И., Новиков М.Н. Органическое вещество пахотных почв Нечерноземья (актуальность и состояние проблемы, рабочие гипотезы исследований, сопряженность агрономических и экологических функций, динамика в агроценозах, принципы моделирования и технологии воспроизводства). – М.: Россельхозакадемия – ГНУ ВНИПТИОУ, 2004. – 630 с.

5. Отчет по локальному мониторингу за 2008 г. – Н. Новгород: ФГУ ЦАС «Нижегородский», 2009. – 63 с.

6. Почвы совхоза «Нижегородец» Д-Константиновского района Горьковской области и рекомендации по их использованию и улучшению. – Горький: Волговятгипрозем,1983. – 84 с.

7. РД 39-00147105-006-97. Инструкция по рекультивации земель, нарушенных и загрязненных при аварийном и капитальном ремонте магистральных нефтепроводов. – Уфа: ПТЭР, 1997. – 65 с.

8. Титова В.И., Дабахов М.В., Дабахова Е.В. Обоснование использования отходов в качестве вторичного материального ресурса в сельскохозяйственном производстве: учебное пособие / Нижегородская гос. с.-х. академия. – Н.Новгород, Изд-во ВВАГС, 2009. – 178 с.

СЕВООБОРОТ КАК СРЕДСТВО ВОСПРОИЗВОДСТВА ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ БИОРЕСУРСОВ И ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ПОЧВЫ

В.И. Турусов, В.М. Гармашов, Е.В. Теслина, Т.И. Дьячкова, О.А. Абанина, Т.И. Михина, Н.В. Дронова

ГНУ Воронежский НИИСХ Россельхозакадемии, niish1c@mail.ru

В земледелии основой воспроизводства плодородия почвы и производства сельскохозяйственной продукции является постоянный, цикли-

ческий возврат в почву энергии и элементов питания, взамен отчуждаемых с урожаями культурных растений, теряемых в результате эрозии и дефляции, обработки почвы и других антропогенных нагрузок. В современном земледелии одной из основных причин снижения плодородия почв является нарушение баланса биогенных веществ. В результате падает плодородие, снижается производство растениеводческой продукции, ухудшается ее качество. Как показывают расчеты, невосполнимый вынос питательных веществ с урожаем в год в Воронежской области, с учетом возврата неторварной части урожая, составляет: 145,2 тыс. тонн азота, 42,4 тыс. тонн фосфора и 119,7 тыс. тонн калия или 48,4 кг азота, 14,1 кг фосфора, 39,9 кг калия с гектара пашни. При современном уровне применения минеральных удобрений – 63,6 кг/га д.в. NPK и органических – 1 тонны навоза этого явно недостаточно, и поэтому баланс расхода питательных веществ отрицательный.

С ростом урожайности, в адаптивно-ландшафтных системах земледелия, процесс обеднения почвы питательными веществами без их возврата с различными видами удобрений будет усиливаться. Для обеспечения планируемой урожайности, без дальнейшего снижения плодородия почвы, необходимо вносить это количество элементов минерального питания. Однако достичь такого уровня применения минеральных удобрений, зачастую экологически не безопасно, по органическим удобрениям в данный период невозможно. Обострению данной проблемы в последние годы способствуют резкое сокращение поголовья скота, что сводит на нет накопление и внесение на поля основного органического удобрения – навоза и высокая стоимость минеральных удобрений.

Обоснованно назревшая смена парадигм сельскохозяйственного природопользования и путей наращивания интенсификации земледелия, обусловленная негативными последействиями возрастающих объемов техногенных средств, оказывающих отрицательное влияние на плодородие почвы и агрофитоценозы, требует более глубокого научного обоснования используемых агротехническим приемов.

Предотвращение негативных сторон интенсификации и повышения экологичности в агроэкосистемах при адаптивно-ландшафтном земледелии возможно при максимальном использовании биологических факторов воспроизводства плодородия почвы. Одним из эффективных средств воспроизводства органического вещества почвы, являющегося важнейшим компонентом ее плодородия, является научно-обоснованный севооборот. В зависимости от интенсивности использования почвы должен быть составлен севооборот с расчетным балансом выноса и возврата биогенных ресурсов.

При этом имеет значение общий объем выращенной биомассы, количество отчуждаемой ее части с урожаем, количество и качество растительных остатков поступающих в почву, скорость разложения их в почве.

Выяснение этих процессов в современных условиях важно для всех видов севооборотов, а особенно с высоким насыщением зерновыми культурами, в которых ежегодная запашка однотипных пожнивных остатков обусловливает нарушение равновесия микробиологических процессов, накопления в почве токсических веществ, распространение болезней и сорняков.

Исследования проводились в различных видах севооборотов со следующим набором и чередованием культур: 1) зернопаропропашной: черный пар – озимая пшеница – подсолнечник – овес – ячмень; 2) зернопаропропашной: черный пар – озимая пшеница – подсолнечник – ячмень – овес – горох – яровая пшеница; 3) зернопаропропашной: черный пар – озимая пшеница – кукуруза на зерно – ячмень - гречиха – яровая пшеница; 4) зернопаротравянопропашной с 1 полем эспарцета: черный пар – озимая пшеница – ячмень+эспарцет – эспарцет – озимая пшеница – подсолнечник; 5) зеронопаротравянопропашной с 2 полями эспарцета: черный пар – озимая пшеница – ячмень + эспарцет – эспарцет – эспарцет – озимая пшеница – подсолнечник; 6) зернотравяной с 1 полем эспарцета: горох – озимая пшеница – ячмень + эспарцет – эспарцет – озимая пшеница – ячмень; 7) зернотравяной с 2 полями эспарцета: горох – озимая пшеница – ячмень + эспарцет – эспарцет – эспарцет – озимая пшеница – яровая пшеница – ячмень.

Опыт закладывается в четырехкратной повторности. Размещение делянок систематическое. Посевная площадь делянки – 78,4 м^2. Учетная площадь делянки – 48 м^2.

Как известно, в формировании почвенного плодородия особое значение имеют пожнивно-корневые остатки возделываемых культур. Равномерность распределения их между частицами почвы и отсутствие дополнительных затрат труда на внесение позволяет характеризовать их как ценнейшее органическое удобрение. Растительные остатки при разложении обогащают почву органическим веществом и элементами минерального питания растений, участвуют в образовании гумуса, улучшают физико-химические свойства почвы, способствуют созданию благоприятного водно-воздушного и теплового режимов и усиливают ее микробиологическую активность. Сельскохозяйственные культуры, обладая разной биологией в процессе роста и после уборки, оставляют различное количество разных по качеству растительных остатков, являющихся важным источником органического вещества и биогенных веществ (табл. 1).

Поступление органического вещества в почвы, используемые в сельскохозяйственном производстве, зависит от структуры посевных пло-

щадей и видов севооборотов. Различный набор культур и их чередование в севообороте обеспечивает равномерное поступление и более сбалансированное по качественному составу накопление органического вещества в почве полей севооборота. Как показывают результаты исследований, по мере увеличения в севообороте доли пропашных культур, особенно сахарной свеклы и картофеля, среднегодовое количество поступающих в почву растительных остатков уменьшается, в то время как увеличение площади под многолетними травами, озимыми зерновыми культурами повышает эту величину.

Таблица 1. **Количество послеуборочных растительных остатков (т/га) в слое почвы 0-40 см.**

Культура	Корневые	Пожнивные	Всего
Озимая пшеница	2,25	3,83	6,08
Яровая пшеница	1,90	3,83	5,73
Кукуруза	2,40	2,62	5,02
Подсолнечник	2,11	3,60	5,71
Ячмень	1,97	2,92	4,89
Горох	1,57	2,91	4,48
Сахарная свекла	1,00	2,40	3,40
Эспарцет 1 года пользования	4,61	1,74	6,35
Эспарцет 2 года пользования	5,82	1,91	7,73
Донник белый	7,08	1,58	8,66
Люцерна 1 года пользования	8,92	1,81	10,73
Люцерна 2 года пользования	12,02	1,78	13,80

По данным Воронежского НИИСХ в среднем за один год десятилетней ротации севооборотов, в зависимости от структуры посевных площадей, в слой почвы 0-50 см поступает от 4 т/га послеуборочных остатков в зернопаропропашном севообороте, до 7 т/га в зернотравянопропашном, что в расчете на сухое вещество значительно больше, чем вносится в настоящее время с органическими удобрениями (примерно 0,6-0,8 т/га).

Особое значение в структуре севооборотов имеют многолетние бобовые культуры. Замена однолетних трав многолетними в севообороте увеличивает поступление органического вещества в 1,5-2 раза, яровых зерновых на озимые – на 1,0-1,5 т/га. Следовательно, за счет оптимизации структуры посевных площадей, особенно рационального увеличения площади посева многолетних трав и озимых, возможно, добиться увеличения поступления органического вещества в почву.

В среднем за годы исследований (табл. 2), в различных видах севооборотов, в зависимости от набора культур, в слой почвы 0-40 см поступило растительных остатков от 30,3 до 43,3 ц/га. В севооборотах с травами почва в наибольшей степени обогащается органическим веществом. В начале ротации в севооборотах с травами и без них количество растительных остатков в почве различалось несущественно, с вводом в севооборот многолетних трав обогащенность почвы органическим веществом значительно повышалась.

Таблица 2. **Поступление пожнивно-корневых остатков в севооборотах различных видов**

Вариант опыта	Выход побочной продукции, ц/га	Растительные остатки, ц/га		
		Пожнивные остатки	Корневые остатки	Всего
1	31,5	8,6	21,7	30,3
2	31,0	8,7	22,6	31,3
3	32,7	8,9	23,0	31,9
4	28,1	9,8	28,0	37,8
5	23,9	10,3	31,3	41,6
6	29,5	10,4	29,8	40,2
7	24,2	10,9	32,4	43,3

Так, в зернопаропропашных севооборотах содержание растительных остатков находилось в пределах от 30,3 до 31,9 ц/га. В зернопаротравянопропашных севооборотах содержание растительных остатков увеличивалось: с одним полем эспарцета на 5,9 ц/га; с двумя полями эспарцета на 9,7 ц/га. Замена черного пара горохом, насыщение севооборота зерновыми культурами повышало количество растительных остатков на 8,3-11,4 ц/га.

Таким образом, в севооборотах без эспарцета в среднем поступало растительных остатков 31,2 ц/га, а в севооборотах с эспарцетом в 1,3 раза больше. Значимость этих результатов заключается в том, что в настоящее время, когда ощущается большая нехватка навоза, остаточная биомасса многолетних бобовых трав может расцениваться как самое дешевое органическое удобрение, создающееся непосредственно на месте внесения.

Наряду с количеством растительных остатков, особое значение имеют их химический состав и скорость разложения в почве. Химический состав растительных остатков различных культур неоднороден, в зависимости от этого процессы их разложения в почве протекают с различной интенсивностью. Биохимическая оценка пожнивно-корневых остатков по

культурам севооборота (табл. 3) показывает, что процентное содержание азота и фосфора в корнях выше, чем в пожнивных остатках, калия, наоборот, больше содержится в пожнивных остатках. В целом по севооборотам содержание азота колеблется в пожнивных остатках от 4,8 до 11,2, в корневых – от 27,1 до 51,2 кг/га. По содержанию фосфора пожнивные остатки основных культур мало отличаются, друг от друга его содержание колеблется от 0,107 до 0,270 %, в корневых остатках – от 0,166 до 0,400 %. В целом по севооборотам содержание фосфора колеблется в пожнивных остатках от 1,3 до 2,0 кг/га, в корневых остатках от 6,3 до 10,4 кг/га.

Таблица 3. **Возвращение в почву макроэлементов с пожнивно-корневыми остатками в различных севооборотах, кг/га**

Вариант опыта	Содержание питательных веществ								
	в пожнивных остатках			в корневых остатках			всего		
	N	P	K	N	P	K	N	P	K
1	4,8	1,3	10,5	27,1	6,4	17,1	31,9	7,7	27,6
2	5,8	1,5	10,0	30,3	6,5	17,2	36,1	8,0	27,2
3	6,8	1,5	8,9	30,3	6,3	17,3	37,1	7,8	26,2
4	8,6	1,5	11,0	40,9	8,2	23,2	49,5	9,7	34,2
5	10,9	1,9	8,5	49,6	9,7	19,8	60,5	11,6	28,3
6	10,3	1,8	8,7	45,8	9,2	18,4	56,1	11,0	27,1
7	11,2	2,0	9,3	51,2	10,4	21,5	62,4	12,4	30,8

Концентрация калия в послеуборочных растительных остатках в 3,6-6,5 раз больше, чем фосфора. Высокое его содержание у подсолнечника, эспарцета, кукурузы.

В целом по севооборотам содержание калия колеблется в пожнивных остатках от 8,5 до 11,0 кг/га, в корневых остатках от 17,1 до 23,2 кг/га.

В зернопаропропашных севооборотах отмечается набольший дефицит в круговороте биогенных веществ, где отмечается наименьшее поступление питательных веществ с растительными остатками: азота - 31,9-37,1 кг/га, фосфора – 7,7-8,0 кг/га, калия 26,2-27,6 кг/га. Введение в полевые севообороты эспарцета снижает отрицательную направленность в круговороте макроэлементов. Наибольший возврат макроэлементов отмечен в зернотравяном севообороте с двумя полями эспарцета, который по азоту составляет 62,4 кг/га, по фосфору – 12,4 и по калию – 30,8 кг/га.

В наших исследованиях (табл. 4), в пятипольном зернопаропропашном севообороте без бобового компонента дефицит азота составляет 40,2 кг/га, фосфора – 16,2 кг/га, калия – 45,2 кг/га. С включением в чередование однолетней бобовой культуры – гороха дефицит составляет по азоту 36,7 кг/га, фосфору – 17,8 кг/га, калию – 44,4 кг/га. С расширением набора культур в десятипольном зернопаропропашном севообороте дефицит по азоту снижается до 32,8 кг/га, по фосфору – до 16,1 кг/га и по калию – до 38,0 кг/га. При насыщении зернопаротравянопропашного севооборота на 16 % многолетней бобовой культурой – эспарцетом, дефицит снижается до 18,4 кг/га по азоту, 11,7 кг/га по фосфору, и до 31,9 кг/га по калию. А при насыщении этого вида севооборота эспарцетом до 28 % дефицит по азоту снижается до 1,8 кг/га, фосфору – 8,4 кг/га и калию – до 33,5 кг/га.

Таблица 4. **Баланс питательных веществ в севооборотах различных видов, кг/га**

Вариант опыта	Вынос с урожаем			Содержание питательных в-в в растительных остатках			Азотфиксацией	Баланс +,–		
	N	P	K	N	P	K		N	P	K
1	72,1	23,9	72,8	31,9	7,7	27,6		-40,2	-16,2	-45,2
2	84,3	25,8	71,6	36,1	8,0	27,2	11,5	-36,7	-17,8	-44,4
3	76,9	23,9	64,2	37,1	7,8	26,2	7,0	-32,8	-16,1	-38,0
4	81,7	21,4	66,1	49,5	9,7	34,2	13,8	-18,4	-11,7	-31,9
5	83,0	20,0	61,8	60,5	11,6	28,3	20,7	-1,8	-8,4	-33,5
6	84,3	22,0	46,0	56,1	11,0	27,1	23,7	-4,5	-11,0	-18,9
7	85,6	21,1	46,0	62,4	12,4	30,8	27,0	+3,8	-8,7	-15,2

При изменении качественного состава, поступающих в почву пожнивно-корневых остатков, и отсутствии парового поля при насыщении зернотравяного севооборота на 16 % эспарцетом дефицит по азоту снижается до 4,5 кг/га, фосфору – 11,0 кг/га, калию – 18,9 кг/га. А при насыщении зернотравяного севооборота на 25 % многолетними бобовыми травами отмечается положительный баланс по азоту +3,8 кг/га, хотя по фосфору и калию баланс отрицательный 8,7 и 15,2 кг/га соответственно.

Введение многолетних бобовых трав в полевые севообороты также способствует снижению темпов минерализации гумуса (табл. 5). Если в зернопаропропашном севообороте в среднем за звено севооборота снижение содержания гумуса составило – 0,29 %, то в звене севооборота с одним полем эспарцета – 0,23 %, а в звене с двумя полями – 0,19 %. В зернотравяном севообороте темпы снижения содержания гумуса еще меньше.

Таким образом, в севооборотах с эспарцетом разных лет пользования создается более благоприятный баланс питательных веществ, чем в зернопаропропашных севооборотах.

Как показывают результаты исследований, снижение отрицательной направленности в круговороте и балансе биогенных веществ в настоящий период развития земледелия можно достичь за счет введения в полевые севообороты многолетних бобовых трав.

Таблица 5. **Содержание гумуса в слое почвы 0-40см в различных видах севооборотов, % (в среднем по звену ячмень – бобовые - озимая пшеница)**

Севооборот	В среднем по звену		Разница, +-
	2002-2005 гг.	2008-2010 гг.	
Зернопаропропашной	6,43	6,14	- 0,29
Зернопаротравянопропашной с 1 полем эспарцета	6,29	6,06	-0,23
Зернопаротравянопропашной с 2 полями эспарцета	6,16	5,97	- 0,19
Зернотравяной с 1 полем эспарцета	6,20	6,11	- 0,09
Зернотравяной с 2 полями эспарцета	6,23	6,05	- 0,18

$НСР_{05}$ =0,29

Для повышения агротехнической роли севооборотов в сохранении и воспроизводстве плодородия почвы необходимо проводить предварительный расчет баланса биогенных веществ и на основании этого совершенствовать структуру посевов и состав культур севооборота.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ НА ТОРФЯНЫХ И ВЫРАБОТАННЫХ ПОЧВАХ

А.Н. Уланов, А.В. Смирнова
ФГУП Кировская лугоболотная опытная станция Россельхозакадемии
klosagro@mail.ru

Переход на ресурсосберегающие, экологически чистые современные агротехнологии предполагает приоритет органических удобрений перед всеми остальными агроприемами. Исследования по применению раз-

личных удобрений органического происхождения проводились на 3^x объектах торфомассива «Гадовское» Кировской области: старопахотная мелкозалежная низинная торфяная почва, вновь осваиваемые выработанные торфяники и полностью сработанная торфяная залежь.

Объект №1 – низинная торфяная почва с 1935 года используется в бессменном пастбищном режиме. На маломощном участке с хорошо разложившимся (40-45%), нормально зольном (8-12%) осоково-древесным торфом была высеяна 10 компонентная травосмесь (в кг/га): клевер белый (1,4), клевер розовый (1,4), мятлик луговой (2,3), мятлик болотный (3,2), овсяница красная (3,3), овсяница луговая(4,6), райграс пастбищный (5,0), тимофеевка луговая (1,4), лисохвост луговой (2,4), полевица белая (1,6) – всего 25,7 кг/га.

В настоящее время травостой по видовому разнообразию превосходит многие естественные пойменные луга рек бассейна р. Вятки. Насчитывается более 55 видов. Преобладают лисохвост луговой (15-20%), мятлик луговой (20-28%), пырей ползучий (28-70%). На этом старовозрастном травостое проводились наблюдения по корректировке системы удобрений. Сравнивалось действие минеральных удобрений и подстилочного навоза.

Минеральные удобрения на опыте вносились под первое и третье стравливания: азотное и калийное равными долями, фосфорное в один приём весной. Навоз вноситься осенью. Проведенный химический анализ показал содержание основных минеральных элементов в навозе N – 1,67%, P – 0,47 %, K - 1,38%.

Ежегодное в течение 5 лет применение удобрений существенным образом отразилось на структуру травостоя. Доминирующими в травостое остались злаковые травы, они занимают 62-84 %. Внесение полного минерального удобрения в дозах $N_{90}P_{60}K_{90}$ и $N_{120}P_{60}K_{120}$ способствуют увеличению в травостое в 1,5-2 раза культурных злаков мятлика лугового, лисохвоста лугового, ежи сборной. На внесении навоза хорошо отозвались ежа сборная, её количество в травостое увеличилось с 0,5 % в контроле до 2,3-4,1% при внесении 10 и 20 т/га и до 13,3 % на варианте 40 т/га. При систематическом использовании различных доз удобрений увеличивается количество разнотравья. Так внесение навоза в дозе 40 т/га увеличило его количество по сравнению с контролем на 8-14 %. Процентное содержание клевера белого на данном варианте снизилось на 1,5 %.

Результаты исследований показывают, что урожайность травостоя выше на вариантах с применение минеральных удобрений, чем с внесением органических. При $N_{90}P_{60}K_{90}$ и $N_{120}P_{60}K_{120}$ средняя урожайность составляет 63,3 и 63,9 ц/га, она выше контроля на 21,5 ц/га. При использовании навоза 10 т/га прибавка всего 6,4 ц/га, навоз 40 т/га – увеличение составило 15,1 ц/га по сравнению с контролем.

Но хорошая урожайность при внесении навоза отрицательно сказалось на поедаемости травостоя. Самая низкая поедаемость при внесении навоза 40 т/га – 59%, тогда как $N_{120}P_{60}K_{120}$ – 84%, а на контрольном варианте 79%.

Продуктивность корма так же на вариантах с внесением органических удобрений ниже, чем при использовании минеральных удобрений (рис. 1).

Себестоимость 1 кормовой единицы 0,79 руб. при внесении навоза 40 т/га и 1,85 руб. при $N_{120}P_{60}K_{120}$. Рентабельность органических удобрений высокая, но низкая поедаемость травостоя, особенно в первые циклы делает этот приём не эффективным.

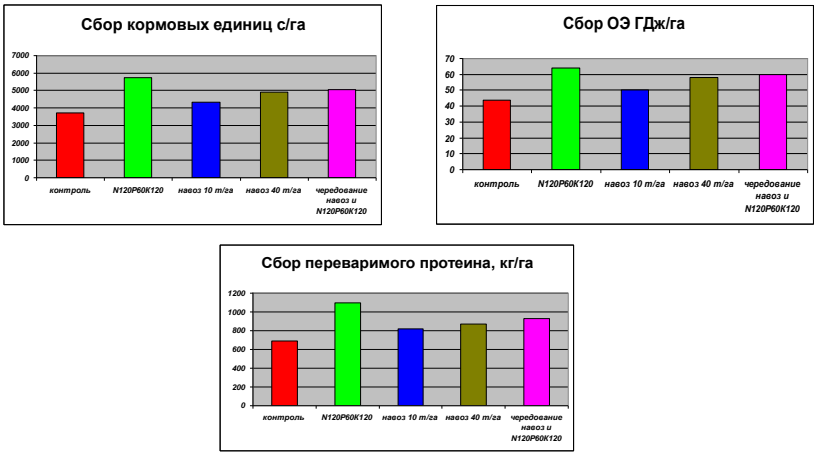


Рис. 1. **Продуктивность пастбищного травостоя**

Объекты № 2 – Выработанная вновь осваиваемая торфяная. Участок с остаточным слоем торфа 100-150 см. Торф древесно-осоковый, ст. разложения 20-30%, зольность – 6-8%. Более сработанная залежь, участок с остаточным слоем торфа 20-30 см. Торф осоково-древесный. Степень разложения 40-60 %, зольность 8-14 %.

На этих свеже выработанных участках в течение многих лет изучалось действие различных доз подстилочного навоза, соломы, биогумуса, активного ила бытовых стоков, сидеральной культуры.

Навоз вносился в дозах от 15 до 120 т/га. Низкие дозы навоза (до 20 т/га) как удобрительное средство решающего значения не имели и служили в основном в качестве микробиологической «закваски». Под навозным фоном в течение 2-3–х лет со времени внесения на 20-50% увеличивалось разложение льняной ткани по сравнению с эквивалентной дозой

минеральных удобрений. На несколько порядков выше отмечено количество бактерий, грибов и актиномицетов. Здесь же отмечена более высокая активность каталазы. Более высокие дозы навоза (от 60 т/га), в особенности на участках с хорошо разложившимся древесным торфом (40-60%), в течение 2-3 лет самостоятельно обеспечивали высокую продуктивность (до 50-60 ц/га к ед.) кормовых культур. Особенно хорошо на навозном фоне развивались бобовые (горох, вика, клевер). При совместном применении навоза и минеральных удобрений какого-либо преимущества в отношении качества и количества корма не отмечено. Лишь при одновременно внесении песка (400 $м^3$га) это сочетание было экономически оправданным. На участках со слаборазложившимся (20-30%), низкозольным (до 12 %) осоковым торфом продуктивное действие навоза было значительно слабее и непродолжительно.

Несколько иная последовательность в применении навоза просматривается на предельно сработанных торфянисто-глеевых участках. В этих условиях при возделывании многолетних злаково-бобовых травостоев наиболее эффективным является внесение навоза 40 т/га при посеве (со 2-го года жизни трав минеральные удобрения в дозе $P_{90}K_{120}$) и 80т/га при посеве и внесении такой же дозы удобрений только с 3-го года. Продолжительность действия разовой дозы навоза в 120 т/га, внесенного под осеннюю вспашку на аналогичных участках, не превышало 2-х лет, поэтому он не имел преимущества перед эквивалентными техногенно-минеральной и комбинированной системами. Достаточно высокие результаты на злаково-бобовых смесях (до 50-60 ц/га к ед.) получены при следующей комбинации: 80 т/га под весеннюю вспашку, затем его поверхностное внесение в дозе 50 т/га весной следующего года.

Многочисленными опытами установлено, что внесение биогумуса (5-12 т/га) на разных типах почвы значительно улучшает агрохимическое и биологическое состояние профиля, а это, в свою очередь, способствует повышению урожая культур. В условиях сильно сработанных выработок применялись дозы 0,8; 1,6; 2,5 т/га. По-видимому, этого количества было недостаточно, поскольку эффект за три года исследований, независимо от способа внесения, практически не наблюдался. Биогумус не оказал существенного влияния и на численность основных эколого-трофических групп микроорганизмов.

Солома (ячменная) вносилась в почву (40ц/га) и использовались в качестве мульчирующего материала (20 ц/га). В обоих случаях она не оказала существенного влияния на урожай и качество кормовых культур. Отмечено лишь некоторое улучшение режима влажности верхней части профиля выработанной почвы.

В качестве сидеральной культуры использовалась зелёная масса рапса однолетнего (300 ц/га). Исследования, проводимые на среднемощ-

ных выработанных участках со слаборазложившимся низкозольным осоковым торфом, показали, что этот приём не имея большого преимущества по продуктивности культур перед минеральными удобрениями, в несколько раз увеличил видовой и количественный состав микрофлоры, участвующей в биохимических превращениях углерода и азота гумуса. Значительно повысилась активность гидролитических ферментов. В целом на 6% увеличилось содержание гумуса выросла степень гумификации органического вещества, глубина же гумификации снизилась на 26 %, как результат поступления в почву свежей органической массы. Следовательно, на аналогичных участках сидеральные удобрения (из крестоцветных) прежде всего, могут служить как средство сохранения, восполнения и улучшения качественного состояния торфа.

Активный ил бытовых стоков (30 т/га), изучавшийся одновременно с сидератами в тех условиях, на состояние травостоя из многолетних трав, практически не повлиял.

На однолетних же культурах (ячмень, силос, смесь) в первые два года наблюдалось снижение их продуктивности. Здесь же была зафиксирована своеобразная динамика развития микрофлоры, не похожая на другие. Учитывая повышенную насыщенность ила многими фототоксичными тяжёлыми металлами, особенности его приготовления и использования в условиях торфяных почв в качестве удобрения должны изучаться дальше.

Объект №3 – Полностью сработанная старопахотная залежь. По классификации белорусских исследователей Бамбалов Н.Н. (2000), Зайко С.М (2000), эти земли называются остаточно – оглеенными дегроторфоземами. Вместо торфяного слоя образуется агроторфяно-минеральный горизонт со следами органического вещества (<5%), т.е. формируется минеральные постторфяные разновидности интразональных почв.

В этих условиях в полевом звене кормового севооборота проводились наблюдения за эффективностью соломенного (100 т/га) и опилкового (100 т/га) подстилочного навоза на фоне двух видов сидератных культур: сурепицы и горохо-ячменно-овсяной смеси. Опыт проводились в течение 6 лет в 2^{x} закладках. В результате было установлено:

– По совокупности влияния на продуктивность и химический состав кормовых культур эффективность опилкового и соломенного навоза отличается незначительно.

– При общей оценке последействие обоих видов навоза ограничено $2^{мя}$ годами. В дальнейшем, при использовании на всех вариантах единой дозы минеральных удобрений действие всех удобрительных фонов практически выравнивается. При этом, при использовании сидеральных культур разница между контрольными вариантами снижается до минимума.

– При некоторой тенденции к снижению эффективность последействия сидеральных удобрений наблюдалась в течение 5 лет на всех кормовых культурах полевого и лугового периодов звена севооборота. В наибольшей степени сидеральный эффект проявляется в условиях низкого удобрительного фона или полного отсутствия удобрений. Сидераты способствуют увеличению в корме Р,К, а иногда N.

– По собственному химическому составу и влиянию на состав последующих культур сурепица представляет собой более благоприятный сидеральный материал. Силосные после нее имели более высокие параметры по клетчатке, жиру, Р, К, Са.

– Первые два года наблюдалось незначительное преимущество горохо-ячменно-овсяной смеси, как сидерального удобрения, далее, наоборот, сурепицы.

– Полностью сработанные старопахотные выработки даже в отсутствии удобрений могут быть благоприятной средой обитания для клеверных травостоев.

– Максимальные затраты энергии отмечены при ежегодном внесении минеральных удобрений, чуть меньшие при комбинированном органоминеральном, самые низкие без удобрений.

– В результате применения органических и сидеральных удобрений содержание гумуса в пахотном слое увеличивается в 2 раза.

Таким образом, несмотря на достаточно высокую обеспеченность торфяных и выработанных почв органическим веществом применение практически всех органических удобрений вполне оправдано с экологической и экономической точки зрения.

Литература

1. Бамбалов Н.Н. Стадии антропогенной эволюции осушенных торфяных почв. // Эколого-экономические принципы эффективного использования мелиорированных почв. Материалы конференции. Минск. 2000. с. 7-11.

2. Зайко С.М. и др. Прогноз изменения осушенных торфяно-болотных почв Белоруссии. // Эколого-экономические принципы эффективного использования мелиорированных почв. Материалы конференции. Минск. 2000. с.104-107.

3. Уланов А.Н. Окультуривание торфяных выработанных почв с использованием органических удобрений // Материалы н.- практической конференции к 20-летию ВНИПТИОУ. Владимир, 2002. с. 352-354.

4. Уланов А.Н. Торфяные и выработанные почвы южной тайги Евро-Северо-Востока России. г. Киров. 2005. 320 с.

ВАЖНЕЙШАЯ КОРМОВАЯ И СРЕДОУЛУЧШАЮЩАЯ КУЛЬТУРА НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ

Л.Д. Фролова, Л.И. Ермакова, М.Н. Новиков
ГНУ ВНИИОУ Россельхозакадемии, г. Владимир, vnion@vtsnet.ru

Наиболее распространенной и широко востребованной в Нечерноземье полевой культурой является клевер луговой (Trifolium pratense L.). В ближайшей перспективе его чистые посевы и смеси в структуре укосных площадей займут около 48%, что составит свыше 6 млн. га [1].

Биологические особенности. Клевер луговой относится к семейству бобовых. Культура клевера включает около 300 видов [2]. Он возделывается во многих странах мира [3]. В нашей стране широкое распространение получил вид клевера лугового. Он отличается многообразием форм, однако два крайних типа – раннеспелый (Trifolium pratense praecox или T. sativum praecox Bobr.) и позднеспелый (Trifolium pratense serotinum или T. sativum serotinum Bobr.) – самые распространённые [4].

Эта культура нетребовательная к теплу. Его семена прорастают при температуре 1-2°C, оптимальная температура 20°C. В процессе развития клевер проходит 9 фаз: всходы, образование первого простого листа, образование настоящего тройчатого листа, розетка листьев, кущение, стеблевание, бутонизация, цветение, созревание семян. Раннеспелый, или двуукосный клевер имеет 5-7 междоузлий, зацветает на 15-20 дней раньше позднеспелого и для вызревания семян требует 1200-1400°C эффективных температур. Для достижения укосной спелости раннеспелому клеверу требуется 650-900°C, для позднеспелого – до 1000°C. Клевер луговой – растение влаголюбивое, но избыточного увлажнения не переносит. Оптимальная влажность почвы 70-80% от полной влагоемкости. Он хорошо растет в районах, где в течение лета выпадает осадков не менее 250 мм. Клевер луговой успешно зимует, если в первый год жизни он сформировал розетку листьев. Большую роль в перезимовке клевера играет толщина снежного покрова. Клевер – растение длинного дня. Он относительно теневынослив, поэтому его можно подсевать под покров полевых культур.

Клевер луговой произрастает на различных типах почв, но предпочитает почвы с глубоким пахотным горизонтом. Он хорошо растет на дерново-подзолистых и серых лесных почвах. Для клевера непригодны сухие песчаные и неосушенные торфяники с сырыми почвами. Он не выносит высокой кислотности и предпочитает слабо кислую, или близкую к нейтральной кислотность почвы.

Наряду с делением клевера на раннеспелый и позднеспелый в природе существует еще ряд рас, или форм, клевера. Так, по типу стеблевания, кущения времени плодоношения центрального и боковых побегов профессор Н. Г. Хорошайлов [5] выявил и описал семь морфологических

типов, шесть из которых представлены розеточными формами. Клевер принято также делить на следующие четыре группы: яровые, яровозимые, озимые и озимо-яровые. К первым двум группам относят преимущественно однолетние и малолетние формы, у двух последних популяций входят многолетние розеточные формы.

Среди форм лугового клевера встречаются пастбищные экотипы, приспособленные к многократному стравливанию в течение лета. У таких растений соцветия формируются на цветоносах, появляющихся из пазух листьев нижних междоузлий. Благодаря этой особенности растения ежегодно дают потомство.

Клевер луговой — основная кормовая культура в полевых севооборотах Нечерноземной зоны и лесостепи. Его возделывают в 90 областях, краях и автономных республиках нашей страны. Одноукосные клевера распространены преимущественно в Нечерноземной зоне, в Омской, Новосибирской областях и Красноярском крае. Двуукосные клевера возделывают в лесостепных районах Центрально-Черноземного района, в центральных и южных районах Нечерноземной зоны.

Сорта. Государственной комиссией по сортоиспытанию районировано 122 сорта клевера лугового [6]. Из позднеспелых сортов наибольшее распространение получили местные — Пермский, Минский, Бийский, Конищевский; селекционные — Среднерусский, Московский 1, Фаленский 1, Тетраплодный ВИК, Сиворицкий 416 и др. Из двуукосных сортов наибольшей известностью пользуются: местные — Подольский, Волынский, Грибановский; селекционные — ВИК-7, Носовский 5, Белоцерковский 3306, Узрос 73 и др.

Хозяйственное значение. Клевер луговой высокоурожайная кормовая и почвоулучшающая культура. По кормовым достоинствам он относится к лучшим видам бобовых трав [7]. В 100 кг зеленой массы во время укосной спелости содержится 2,7 кг переваримого протеина, а общая питательность составляет 21 к.ед. Её используют для приготовления сена, силоса, сенажа, травяной муки. Клевер в смеси с другими травами включают в пастбищные травосмеси. В 1 кг клеверного сена содержится 0,52 к.ед., 12 -13 % белка, 79 г переваримого протеина, 75 г каротина, 9,3 г кальция, 2,2 г фосфора. Его поедают все виды домашних животных – крупный рогатый скот, лошади, свиньи, овцы, козы, птица. Качественные корма, приготовленные из зеленой массы клевера, обеспечивают молочную продуктивность коров на уровне 3000 л без применения концентрированных кормов. Клевер медоносное растение, медопродуктивность составляет 1 – 1,3 ц/га.

Красный клевер выращивают 2-3 года, иногда до 6 (самый высокий урожай на втором году), розовый 5-8, белый до 19 (в смеси со злаковыми). Если красный клевер планируют выращивать больше 2 лет, целесо-

образно сеять в смеси с люцерной хмелевидной (1:2), тимофеевкой (2:1), овсяницей луговой (1:1), райграсом многолетним и др. Наиболее урожайный клевер красный (2 укоса, а при щедром орошении до 4); розовый - менее (1 укос), белый малоурожаен и как традиционный сидерат значения не имеет, зато это прекрасная пастбищная и газонная (чрезвычайно декоративная) культура.

Средоулучшающие свойства. Клевер луговой занимает большие площади пашни в Нечерноземной зоне. В чистом виде и в смеси с другими травами, доля его участия в структуре пашни составляет 30-35%. Этим объясняется большое значение его в повышении почвенного плодородия. Зеленая масса клевера лугового содержит (в % на абсолютно сухое вещество) 8,2 % золы, 1,89 азота, 0,47 фосфора, 2,13 калия, 1,57 кальция, 0,11 магния, корневая масса -7,6 % золы, 1,56 азота, 0,60 фосфора, 1,56 калия, 1,62 кальция, 0,13% магния. Более богата элементами питания отава клевера, в % на сухое вещество в ней содержится 2,94 азота, 0,73 фосфора и 2,70 калия [8]. Клевер обладает высокой азотфиксирующей способностью. При урожае 200 ц/га зеленой массы, накапливает 160 кг биологического азота в надземной массе и 40 кг в корнях, с ростом урожая накопление биологического азота увеличивается [8]. По обобщенным данным литературы и результатов опытов Геосети [9] потенциальная продуктивность азотфиксации клевера – 310 кг/га, коэффициент азотфиксации – 0,87, средние размеры азотфиксации на стационарных опытах – 120-180 кг/га. Также корни клевера способны усваивать фосфор из труднорастворимых соединений. Эффективно улучшает структуру почвы, разрыхляет, облегчает почву, повышает ее воздухо- и влагоемкость. Одно из лучших растений (в особенности клевер белый и в меньшей мере розовый) для защиты поверхностного слоя почвы от водной и ветровой эрозии, для закрепления склонов (при условии обеспечения его влагой). Обладает фитосанитарными качествами: оздоравливает почву, усиливает нитрификационную способность почв и развитие в ней бактериальной микрофлоры, угнетающе действует на грибные патогенные организмы, улучшает условия жизнедеятельности червей, при разложении служит им кормом [4]. Это, в свою очередь, в севообороте приводит к лучшему развитию растений, уменьшению поражения их болезнями, повышению урожайности и улучшению качества продукции.

В исследованиях ВНИИОУ (2003-2010 гг.) на дерново-подзолистой супесчаной почве по оценке различных систем удобрений (органо-минеральной и биологизированной) в зерно-травяно-пропашном севообороте (однолетний люпин на зерно, ячмень с подсевом клевера, клевер 1 года, клевер 2 года, озимая пшеница, картофель, тритикале) высевали клевер ВИК -7. По результатам двух ротаций севооборота укосный урожай клевера 1 года пользования по органо-минеральной системе удобрения

составил 342, по биологизированной – 354 ц/га, 2 года – 490 и 506 ц/га, урожай отавы (2 укос клевера 2 года пользования) – 200 и 227 ц/га, сухой массы корне - пожнивных остатков клевера 2 года пользования 95 и 100 ц/га. Как видно из приведенных данных две системы удобрения, применяемые на запланированный урожай культур севооборота в равной мере влияли на формирование биомассы клевера. В приведенном севообороте обеспечен бездефицитный баланс гумуса в почве, значительная доля в этом процессе принадлежит клеверу. Удобрительная ценность его биомассы представлена в таблице 1.

Таблица 1. **Содержание элементов питания в компонентах биомассы клевера**

Клевер	Система удобрения	Содержание в сухой массе, %			Сумма NPK, кг/га
		N	P_2O_5	K_2O	
Укосная масса клевера 2 г. п.	Органо-минеральная	1.82	0.58	1.80	442
	Биологизированная	1.69	0.57	1.75	449
Отава	Органо-минеральная	1.76	0.65	1.40	152
	Биологизированная	1.56	0.63	1.38	162
Корне-пожнивные остатки (Апах.)	Органо-минеральная	1.43	0.63	1.15	298
	Биологизированная	1.48	0.61	1.21	330

В укосной массе и отаве содержание элементов питания было несколько выше по органо-минеральной системе удобрения, в корне - пожнивных остатках – по биологизированной. Ввиду повышенного урожая приоритет по выносу элементов питания имели растения клевера по биологизированной системе удобрения, в большей мере он проявился в корне – пожнивной массе.

На сидерат можно использовать весь урожай вегетативной массы, отаву клевера последнего года пользования, или ограничиться только корне - пожнивными остатками. При запахивании всего урожая почва полностью обогащается органическим веществом в количестве, эквивалентном внесению 30-35 т/га стандартного подстилочного навоза. В последние годы в зерно-травяных севооборотах на сидерат широко стали использовать отаву клевера второго года пользования. В другом опыте ВНИИОУ [10], проводимом в 2001 – 2008 гг. на дерново-подзолистой супесчаной почве, с отавой клевера 140 ц/га было внесено в почву под озимую пшеницу 223 кг NPK (табл. 2) .

Срок действия отавного сидерата прослеживался в течение трёх лет. Суммарная прибавка зерна звена севооборота (озимая пшеница, яч-

мень, овёс) по сравнению с контролем (тимофеевка) составила15,9ц/га, эффект сидератов смешанных культур с клевером был ниже. При этом нужно отметить, что удобрительный эффект отавных сидератов в большей мере проявился не в прямом действии под озимую пшеницу, а в последействии на ячмене.

Таблица 2. **Эффективность отавы клевера в звене севооборота (озимая пшеница, ячмень, овес)**

Варианты опыта	Зеленая масса отавы, ц/га	Внесено NPK, кг/га	Суммарный урожай		
			зерна, ц/га	прибавка	
				ц/га	%
Тимофеевка (контроль)	64	66	72.7	-	-
Клевер + донник + овсяница + костер	125	173	80.6	7.9	10.9
Клевер + донник + тимофеевка + овсяница	130	169	81.3	8.6	11.8
Клевер + донник + тимофеевка	135	181	82.6	9.9	13.6
Клевер	210	223	88.6	15.9	21.9
Клевер +тимофеевка	136	164	82.1	9.4	12.9
$НСР_{05}$	21				

Клевер, особенно на лёгких почвах (супеси – средние суглинки), формирует мощную корневую систему, которая обеспечивает положительный баланс гумуса почвы под его посевами [11]. По данным Ф.И.Левина [12] на 100 кг зеленой массы клевера приходится от 20 до 40 кг сухой массы корней. При этом с ростом урожая доля корней на единицу его массы снижается.

Наземная масса и корни клевера неадекватно реагируют в развитии на различные удобрения. Исследования в длительном стационарном полевом опыте ДальНИИСХ [13], заложенном в 1961 г. В.П. Басистым на буро-подзолистых тяжелосуглинистых почвах Приамурья, показали, что корневая система клевера более отзывчива на элементы питания навоза, минеральных удобрений и известь, чем надземная масса, лучше реагирующая на комплексное применение этих удобрений (табл. 3).

В почвенно-климатических условиях Приамурья навоз и минеральные удобрения не оказали влияние на формирование надземной массы клевера, что связано с сильнокислой реакцией среды почвенного раствора (pH сол. 4,1), поэтому известкование способствовало росту урожая на 44

%. В сочетаниях его с удобрениями прирост урожая возрос до 76 %. Корневая система клевера, наоборот, хорошо реагировала на все виды удобрений, прирост массы от них составил 46 -64 %, от полного удобрения – 70 %.

Таблица 3. **Влияние различных видов и сочетаний удобрений на формирование биомассы клевера в полевом севообороте: кукуруза на силос – яровая пшеница – соя – овес с подсевом клевера – клевер – соя**

Удобрения	Корневая система (А пах), сухая масса, ц/га	Урожай сена, ц/га	Отношение массы корней к массе сена
Контроль (без уд.)	29,8	23,4	1,17
Навоз (Н)	43,4	24,2	1,79
Минеральные – NPK (М)	48,8	23,7	2,06
Известь (И)	46,8	34,6	1,38
М + И	43,4	40,1	1,08
Н + М + И	49,9	41,1	1,21
$НСР_{05}$	4,2	3,8	

Весьма важным фактом этого опыта является то, что корневая система бобовых культур (клевера, то же получено и в посевах сои) весьма пластична к кислым почвам, что позволяет им выживать и давать относительно сносные урожаи в местных условиях.

Исследования во втором опыте ВНИИОУ [10] показали, что корневая масса клевера и его смесей с другими травами является своеобразным комплексным удобрением, сбалансированным по элементам питания (табл. 4).

Клевер и его смеси формируют почти одинаковую по весу корневую массу, она на 14 -28 % превосходила массу корней тимофеевки. В большей мере преимущество этих вариантов проявилось в накоплении элементов питания, прежде всего азота и калия. Суммарное содержание элементов питания в корнях клевера по сравнения с контролем возросло на 84 %, на остальных вариантах – на 59-71 %.

В отличие от сидератов клевера и его смесей действие корневой системы на достоверный прирост урожая проявилось лишь на первой культуре зернового звена севооборота – озимой пшенице (табл. 5).

Таблица 4. **Накопление сухого вещества и питательных элементов в корнепожнивных остатках многолетних трав 2 г.п. (А пах.)**

Варианты опыта	Сухая масса, ц/га	Элементы питания, кг/га			
		N	P_2O_5	K_2O	сумма NPK
Тимофеевка (контроль)	35	27	18	42	87
Клевер + донник + овсяница + костер	41	59	20	59	138
Клевер + донник + тимофеевка + овсяница	40	55	23	60	138
Клевер + донник + тимофеевка	44	63	23	63	149
Клевер	43	67	26	67	160
Клевер + тимофеевка	45	60	25	56	141

Таблица 5. **Роль предшественников в продуктивности озимой пшеницы**

Предшественник	Урожай зерна, ц/га	Прибавка	
		ц/га	%
Тимофеевка (контроль)	21,6	-	100
Клевер + донник + костер + овсяница	35,9	14,3	166
Клевер + донник + тимофеевка + овсяница	30,2	8,6	140
Клевер + донник + тимофеевка	32,8	11,2	152
Клевер	35,0	13,4	162
Клевер + тимофеевка	38,0	16,4	176
$НСР_{05}$	3,2		

При урожае на контроле 21,6 ц/га по последействию клевера прирост урожая зерна озимой пшеницы составил 13,4 ц/га (62 %), смеси клевера с тимофеевкой – 16,4 ц/га (76 %), остальным вариантам – 8,6-14,3 ц/га (40-66 %). Прирост урожая ячменя и овса по последействию корневой системы отмечался, но его величина находилась в пределах ошибки опыта.

Элементы питания корневой системы клевера отличаются высокой продуктивностью. На 1 кг NPK корней клевера, участвующих в формировании дополнительного урожая, полечено 18,3 кг зерна, клевера с тимофеевкой – 24,8 кг, остальных вариантов – 16,9-28,0 кг. Видимо, в формировании урожая зерна озимой пшеницы участвовали не только эле-

менты питания корней пахотного горизонта, но и нижележащих горизонтов, а также очень мелких и отмерших корней, которые не были нами учтены. По данным ВНИИ кормов [1] неучтенной остаётся для смеси клевера с тимофеевкой 1года пользования 19-20 %, 2 года пользования 22 -28 % массы корней.

Эффективность клеверного и клеверо-злакового пласта изучалась во многих зонах страны [14]. В большинстве случаев срок положительного действия пласта трав на урожай полевых культур не превышает 2 лет, наибольшая эффективность достигается в первый год.

По данным исследований Е.П. Трепачева [8] многолетние бобовые (бобово-злаковые) травы с урожайностью сена 9–12 т/га за 2-3 года пользования по своей роли и значению в севообороте превосходят 10-15 т/га подстилочного навоза (табл. 6).

Таблица 6. **Параметры, характеризующие действие навоза и многолетних бобовых трав на плодородие и экологию почвы, экономичность возделываемых культур**

Параметры	Навоз	Многолетние бобовые травы
Равномерность распределения органической массы в почве	2	3
Оструктуривание почвы и объёмный вес	2	3
Рыхление почвы (20-40 см и более)	1	3
Накопление азота	2	3
Накопление гумуса	2	3
Накопление доступных форм P, K, Ca, Mg, микроэлементов	3	1
Использование осадков	1	3
Уменьшения эрозии и вымывания	1	3
Энергетические затраты	3	1
Фитосанитарный и гигиенический фактор	0	2
Суммарный бал	17	26
Интегральный эффект		
Урожайность	2	3
Экономия энергоресурсов	0	2
Экологическая безопасность	2	3
Общий балл	4	8

Обозначения: 0 – никакого действия или ухудшение, 1 – слабое действие, 2 – хорошее действие, 3 – сильное действие

Суммарный балл оценивается как 17 и 25 в пользу многолетних бобовых трав (в данном опыте клевер и его смеси со злаковыми травами),

а интегральный эффект по главным показателям: урожайности, экономии энергоресурсов и экологической безопасности как 4 к 8 в пользу многолетних трав. Эти данные не альтернатива навозу и вовсе не означает отказаться или снизить его применение в севооборотах. Наоборот, на унавоженных землях развиваются лучше все культуры севооборота, в том числе и азотфиксаторы. Приведенные параметры важны для понимания ценности органического вещества и азота бобовых культур, от хозяйственной продуктивности которых зависит не только плодородие почв, а прежде всего кормовая база для животноводства, которая в свою очередь часть кормов в виде навозного удобрения возвратит на поля. Так по данным обобщения, использование клеверо-злаковой смеси 400-500 ц/га на корм КРС обеспечивает поступление в навоз около 25 ц органического вещества и свыше 200 кг NPK [15].

Литература

1. Михайличенко Б.П. и др. Концепция сохранения и повышения плодородия почвы на основе биологизации полевого кормопроизводства по природно-экономическим районам России. М., 1999. - 108 с.

2. Сургин П.А. Культура клевера на корм и семена. М., «Колос», 1973. - 288 с.

3. Реймерс. Природопользование. Словарь – справочник. М.: Мысль, 1990. - 637 с.

4. Мухина Н.А., Шестиперова З.И. Клевер. Л., «Колос», 1978. - 186 с.

5. Хорошайлов Н.Г. Местные сорта красного клевера. М. -Л.: Сельхозгиз, 1952. - 280 с.

6. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. М., 2012.

7. Состав и питательность кормов (союзные республики, экономические районы РСФСР): Справочник / И.С.Шумилин, Г.П.Державина, А.М. Артюшин и др.; Под ред. И.С.Шумилина. М.: Агропромиздат, 1986. - 303 с.

8. Трепачев Е.П. Агрохимические аспекты биологического азота в современном земледелии. М., 1999. - 531 с.

9. Кожемяков А.П. Продуктивность азотфиксации в агроценозах // Микробіологічний журнал. №4. т.59., 1997. - С. 22-28.

10. Фролова Л.Д., Новиков М.Н. Оптимизация плодородия и продуктивности мелиорируемых земель Мещерской низменности при использовании различных видов и сочетаний многолетних трав в зернотравяном севообороте // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных мелиоративных технологий: сб. научн.

тр. Вып.4 / под общ. ред. Ю.А. Мажайского. Рязань: Мещерский филиал ГНУ ВНИИГиМ Россельхозакадемии, 2010. - С. 171-175.

11. Лыков А.М., Еськов А.И., Новиков М.Н. Органическое вещество пахотных почв Нечерноземья. М., 2004. - 630 с.

12. Левин Ф.И. Окультуривание подзолистых почв. М., «Колос», 1972. - 264 с.

13. Новиков М.Н. Исследование вопросов эффективного использования различных видов и форм органических удобрений // Дисс... д-ра с.-х. наук. Владимир,1993. - 454 с.

14. Сергеев П.А., Харьков Г.Д., Новоселов А.С. Культура клевера на корм и семена. М., «Колос», 1973. - 288 с.

15. Новиков М.Н., Тужилин В.М., Самохина О.А., Лисятников И.И., Комаров В.И. Система билогизации земледелия в Нечерноземной зоне. М.: ФГНУ « Росинформагротех», 2007. - 296 с.

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТОРФОВ БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ В КАЧЕСТВЕ УДОБРЕНИЯ

Г.В. Чекин, Е.С. Голубева

Брянская ГСХА, г. Брянск, GB-swamp@yandex.ru

Торф, обладая ценными свойствами, представляет значительной интерес для сельскохозяйственного производства. По запасам торфа Брянская область занимают 11 место в Центральном экономическом районе. По данным Росгеолфонда на 01.01.2008 г. на территории Брянской области выявлено и числится 872 торфяных месторождений общей площадью 65101 га. Кроме того в области имеется 183 торфяных месторождений с площадью более 10 га в границах промышленной глубины торфяной залежи. Балансовые запасы торфа категории $A+B+C_1$ составляют 174,032 тыс. т, категории C_2 – 5,784 тыс. т.

Территория Брянской области в целом отличается однородностью природных условий, что сказалось на относительной однотипности распространенных здесь торфяных месторождений, преобладанием низинного типа. Торфяные месторождения верхового и переходного типа, как правило, небольших размеров и встречаются главным образом на северо-западе области.

Начиная с 80-х годов 19 века почти все крупные торфяные месторождения области были подвергнуты интенсивной промышленной торфодобыче. Большая часть добытого торфа использовалась в качестве топлива или для приготовления органических удобрений. В настоящее время, в Комитете по сельскому хозяйству Брянской области сведения об объемах использования торфа в качестве удобрения отсутствуют.

Приготовление удобрения на основе торфа требует знания агрохимических показателей, данные по которым немногочисленны. Это сдерживает эффективное и рациональное использование торфов региона в данном направлении. Отсюда вытекает необходимость изучения их агрохимических свойств.

Исследовано 120 образцов, отобранных в естественных условиях из типичных для Брянской области торфов низинного и переходного типа. Выбор объектов производился на основе анализа данных по торфоразведке Росгеолфонда.

Анализ образцов проводили по общепринятым методикам в специализированных лабораториях Брянской ГСХА. Статистическую обработку данных результатов исследований проводили на компьютере с помощью программы MS Exel.

Агрохимические показатели торфа можно отнести к функциональным свойствам, который имеют временный характер и достаточно легко изменяются в зависимости от интенсивности использования.

Таблица 1. **Физико-химические свойства торфов Брянской области**

Тип торфа	Зольность, %	$pH_{(KCl)}$	Кислотность мэкв/100г сухого торфа		Al подв. мг/100г сухого торфа
			обмен.	гидрол.	
Переходный	19,35	3,73	13,14	2,92	55,62
Низинный	41,49	5,97	3,02	1,12	5,60

Данные (табл.1) свидетельствуют о существенных отличиях таких показателей как зольность, обменная кислотность и содержание подвижного алюминия между переходными и низинными торфами.

Зольность – один из основных показателей, определяющих пригодность торфа для использования в различных направлениях. Торф низинного типа отличается более высокой зольностью по сравнению с переходным типом. По данному показателю торф всех изучаемых типов можно отнести к высокозольным (12-50%). Высокая зольность связана с наличием различных минеральных веществ, содержащих разнообразное количество элементов питания.

Показатель pH солевой вытяжки торфа колеблется в широких пределах, особенно для переходного типа 2,87 – 7,06. Реакция торфа низинного типа слабокислая и этот показатель варьирует от 5,17 до 6,63.

Содержание подвижного алюминия колеблется в широких пределах для переходных торфов от значений близких к нулю, в некоторых месторождениях до 311,57 мг/100г сухого торфа. В исследованных низинных

торфах он практически отсутствует. Показатель обменной кислотности тесно связан с содержанием подвижного алюминия. Его преобладающее среднее значение, как и подвижного алюминия, характерно для переходных торфов и варьирует от 0,32 до37,32 м-экв/100г сухого торфа. Для низинного типа обменная кислотность колеблется от 0,48 до18,6 м-экв/100г сухого торфа.

Подвижный алюминий способен переводить фосфорную кислоту торфа и вносимых удобрений в труднодоступные формы, а также оказывать токсическое действие на сельскохозяйственные растения.

Гидролитическая кислотность исследуемого торфа переходного типа варьирует в широких пределах от 0,3 до 6; низинного – от 0,35 до 2,4 мэкв/100г сухого торфа.

Значение подвижного алюминия, pH солевой вытяжки и гидролитической кислотности показывают, что торф низинного типа региона благоприятен для сельскохозяйственного использования.

Свойства торфа и его производственная ценность как удобрения в значительной мере определяется накоплением таких минеральных веществ, как кальций, магний, калий, фосфор (табл. 2).

Таблица 2. **Средние содержания изучаемых форм некоторых макроэлементов торфов Брянской области**

Тип торфа	водорастворимые			обменные			P_2O_5 вал.
	Ca	Mg	K	Ca	Mg	K	
	мг/100г сухого торфа						
Перех.	65,77	58,14	782,27	460,36	374,32	864,46	999,81
Низин.	133,50	100,81	192,20	1717,56	1162,28	235,10	1164,08

В торфах переходного типа содержится меньше кальция и магния всех изучаемых форм по сравнению с низинным, поэтому последние характеризуются более низкой кислотностью.

Так, содержание обменных форм в торфе низинного типа изменяется в широких пределах от 230,5 до 3168,48 для кальция и от 170,35 до 2183,5 мг/100 г сухого торфа для магния. Для водорастворимых форм от 20,08 до 585,9 и от 21,57 до 490,8 мг/100 г сухого торфа, соответственно.

В торфах переходного типа содержание обменных форм щелочноземельных металлов варьирует в следующих пределах: для кальция – от 44,32 до 2307,2, для магния – от 66,3 до 1396,69 мг/100 г сухого торфа. Для водорастворимых форм от 20,04 до 207,20 и от 7,21 до 160,45 мг/100 г сухого торфа соответственно.

Таким образом, обеспеченность торфа обменным кальцием характеризуется оценкой от «очень низкая» до «очень высокая», обменным магнием – «очень высокая».

Содержание всех форм калия в торфах переходного типа в 3 - 4 раза больше, чем в низинных. Максимальное количество обменного калия в торфе переходного типа составляет 6449,93, а водорастворимого – 4704,75 мг/100 г сухого торфа. Для низинных – 757,94 и 478,7 мг/100 г сухого торфа, соответственно. Обеспеченность торфа обменным калием высокая.

Содержание валового фосфора в торфе переходного типа изменяется в широких пределах – от 35,21 до 4454,17 мг/100г сухого торфа. Для низинных торфов этот показатель варьирует от 38,62 до 4983,51 мг/100г сухого торфа. При этом среднее содержание данного элемента не зависит от типа торфа. Таким образом, обеспеченность торфа валовым фосфором характеризуется очень высоким содержанием.

Таким образом, значительные запасы торфяных ресурсов в Брянской области, и их агрохимические свойства, создают благоприятные перспективы для использования торфа в качестве удобрения в сельскохозяйственном производстве.

ВЛИЯНИЕ ДЛИТЕЛЬНОГО ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ НА ПОЧВАХ РАЗНОЙ ОКУЛЬТУРЕННОСТИ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР ЗЕРНОПРОПАШНОГО СЕВООБОРОТА

Н.А. Шилова

ГНУ ВНИИОУ Россельхозакадемии, г. Владимир, vnion@vtsnet.ru

Опыт заложен на четырех искусственно созданных фонах по содержанию гумуса в почвах: 0,75; 1,5; 2,38 и 3,2 %. Повторность опыта 5-ти кратная, размер делянок 0,5х0,5 м.

Для создания уровней гумусированности использовали почвы опытного участка с низким содержанием гумуса 0,75 % и огородную почву с высоким содержанием гумуса 3,2 %. Два других уровня формировались путем смешивания в соотношении 1:2 и 2:1 низко- и высокогумусной почвы. Опытный и огородный участки удалены один от другого на 400 м и относятся к одному и тому же почвенно-геоморфологическому массиву. Разногумусированные фоны имитируют разную степень окультуренности почвы показателем которой служит содержание гумуса. Исследования проводятся в зернопропашном севообороте: пропашные – зерновые – однолетние (многолетние) травы – зерновые.

Влияние длительного применения удобрений проявилось на урожайности ячменя (табл. 1).

Таблица 1. **Влияние длительного применения удобрений на урожайность ячменя на разногумусированных почвах**

Уровень гумус., %	Вариант	Урожайность, ц/га	Прибавка урожая, ц/га				
			всего к контролю	к фону от орг. уд.	от уровня гумусир. почвы	от азота	от РК
0,8	Контроль	8,7	-	-	-	-	-
	P60K60	31,1	22,4	-	-	-	22,4
	N60P60K60 – фон	27,7	19,0	-	-	-	-
	фон + навоз 10 т/га	30,8	22,1	3,1	-	-	-
	фон + навоз 20 т/га	30,9	22,2	3,2	-	-	-
	фон + сидерат	30,2	21,5	2,5	-	-	-
	фон + солома	31,5	22,8	3,8	-	-	-
1,5	Контроль	8,6	-	-	-	-	-
	P60K60	29,2	20,6	-	-	-	20,6
	N60P60K60 – фон	27,3	18,7	-	-	-	-
	фон + навоз 10 т/га	30,2	21,6	2,9	-	-	-
	фон + навоз 20 т/га	35,0	26,4	7,7	4,1	-	-
	фон + сидерат	31,3	22,7	4,0	1,1		
	фон + солома	31,6	23,0	4,3	-	-	-
2,4	Контроль	11,0	-	-	2,3	-	-
	P60K60	27,4	16,4	-	-	-	16,4
	N60P60K60 – фон	29,4	18,4	-	1,7	2,0	-
	фон + навоз 10 т/га	29,2	18,2	-	-	-	-
	фон + навоз 20 т/га	31,8	20,8	2,4	0,9	-	-
	фон + сидерат	29,4	19,4	-	-	-	-
	фон + солома	30,2	19,2	0,8	-	-	-
3,2	Контроль	8,2	-	-	-	-	-
	P60K60	27,0	18,8	-	-	-	18,8
	N60P60K60 – фон	31,7	23,5	-	4,0	4,7	-
	фон + навоз 10 т/га	30,3	22,1	-	-	-	-
	фон + навоз 20 т/га	35,8	27,6	4,1	4,9	-	-
	фон + сидерат	31,9	23,7	-	0,2	-	-
	фон + солома	30,8	22,6	-	-	-	-

P, % - 5,05, $НСР_{ур.}$ – 1,48 ц/га, $НСР_{вар.}$ – 1,96 ц/га

Примечание. Сидерат, солома эквивалентны дозе навоза 10 т/га по органическому веществу.

Урожайность ячменя, последней культуры севооборота, на неудобренной почве разной степени окультуренности была на одном уровне и только на почве с содержанием гумуса 2,4 % урожайность ячменя возрастала на 26 % по сравнению со слабогумусированной почвой.

Действие фосфорнокалийного удобрения на урожайность ячменя проявилось на всех уровнях гумусированности, но максимально возросла урожайность ячменя на слабогумусированной почве в 3,6 раза и постепенно снижалась с ростом гумусированности до 3,3 раз по сравнению с неудобной почвой.

Минеральная система удобрений одинаково проявила действие на урожайность ячменя на 3-х уровнях гумусированности почвы, урожайность возросла на 19,0 ц/га и максимально на высокогумусированной почве, прибавка урожая ячменя составила 23,5 ц/га.

От последействия органоминеральной системы удобрений с двумя дозами навоза, сидерата, соломы получены достоверные прибавки урожая ячменя на слабогумусированной почве и на почве с содержанием гумуса 1,5 %. На почвах с повышенным и высоким содержанием гумуса проявилось последействие навоза в дозе 20 т/га и увеличило урожайность на 2,4; 4,1 ц/га.

Оценка эффективности систем применения удобрений минеральной и органоминеральной на разных уровнях окультуренности почвы в длительном опыте на разных культурах приводится с пересчетом урожайных данных основной и побочной продукции в зерновые единицы.

Как показали полученные данные (табл. 2) все культуры характеризовались высокой отзывчивостью на вносимые удобрения. Применение минеральной и органоминеральной систем удобрений приводило к увеличению продуктивности кукурузы в прямом действии в 2,4-4,0 раз на слабогумусированной почве, в 1,4-2,5 раза, в 1,6-2,9 раза на почвах с содержанием гумуса 1,5 и 2,4 % и в 1,2-2,4 раза на высокогумусированной почве.

Максимально увеличивалась продуктивность кукурузы на слабогумусированной почве при внесении органоминерального удобрения с сидератом и оставалось на высоком уровне с ростом гумусированности почвы в прямом действии и последействии на других культурах.

Действие сидерата на продуктивность проявлялось на второй культуре на высоком уровне, увеличивало ее на почвах разной окультуренности в 2,9-3,4 раза. На последующих культурах вико-овсе и ячмене эффективность сидерата аналогична дозе навоза 10 т/га.

Однако в целом за 5-ю ротацию зернопропашного севооборота максимальная продуктивность культур получена при удобрении почвы органоминеральным удобрением с сидератом на всех уровнях окультуренности почвы. На втором месте по эффективности влияния на продуктивность сельскохозяйственных культур находилась органоминеральная си-

стема с дозой навоза 20 т/га. На одном уровне проявилось действие на продуктивность культур органоминерального удобрения с дозой навоза 10 т/га и соломы в эквивалентном по органическому веществу этой дозе.

Таблица 2. **Продуктивность сельскохозяйственных культур 5-ой ротации (2004-2007 гг.) зернопропашного севооборота, ц з.ед./га**

Уровень гумус., %	Вариант	Продуктивность с/х культур 5-ой ротации севооборота				Среднегодовая
		кукуруза	ячмень	викоовес	ячмень	
0,8	Контроль	17,7	11,4	17,1	10,7	14,2
	P60K60	-	-	21,2	15,9	18,6
	N60P60K60 – фон	41,8	21,3	33,9	26,1	29,9
	фон + навоз 10 т/га	46,3	25,6	35,7	26,5	33,6
	фон + навоз 20 т/га	44,9	26,4	38,1	30,5	35,0
	фон + сидерат	73,1	33,1	35,9	28,4	42,6
	фон + солома	51,1	30,1	29,9	28,5	34,9
1,5	Контроль	27,5	12,3	18,3	12,2	17,6
	P60K60	-	-	23,2	15,9	19,6
	N60P60K60 – фон	39,0	33,7	32,8	26,1	32,9
	фон + навоз 10 т/га	44,8	34,1	36,3	28,3	35,9
	фон + навоз 20 т/га	48,0	38,4	38,2	30,9	38,9
	фон + сидерат	69,0	39,8	34,6	26,1	42,4
	фон + солома	46,6	36,3	31,5	29,1	35,9
2,4	Контроль	25,8	12,2	20,4	12,3	17,7
	P60K60	-	-	21,2	17,5	19,4
	N60P60K60 – фон	44,4	29,2	33,8	28,2	33,0
	фон + навоз 10 т/га	41,0	32,9	33,7	31,3	34,7
	фон + навоз 20 т/га	56,1	40,0	35,3	28,5	40,0
	фон + сидерат	75,7	40,6	32,6	26,6	43,9
	фон + солома	40,8	34,0	32,9	26,8	33,6
3,2	Контроль	32,8	15,4	22,6	14,7	21,4
	P60K60	-	-	25,2	17,2	21,2
	N60P60K60 – фон	42,0	34,2	34,6	29,5	34,1
	фон + навоз 10 т/га	52,2	47,4	36,7	27,7	41,0
	фон + навоз 20 т/га	50,8	40,8	35,9	29,0	39,1
	фон + сидерат	79,9	46,2	35,0	29,5	47,7
	фон + солома	44,8	37,4	35,1	31,1	37,1

P – 2,89 %; $НСР_{общ.}$ – 2,62 ц/га; $НСР_{уров.}$ – 0,99; $НСР_{вар.}$ – 1,31 ц/га

Продуктивность сельскохозяйственных культур 6-ой ротации зернопропашного севооборота растет с ростом гумусированности почвы (табл. 3). Применение минеральной системы удобрений увеличивало продуктив-

ность сельскохозяйственных культур 6-ой ротации в среднем за год в 2,0-2,2 раза по сравнению с контролем.

Таблица 3. **Продуктивность сельскохозяйственных культур 6-ой ротации (2008-2011 гг.) зернопропашного севооборота, ц з.ед./га**

Уровень гумус., %	Вариант	Продуктивность культур 6-ой ротации севооборота				Среднегодовая
		картофель	тритикале	люпин-овес	ячмень	
0,8	Контроль	15,8	19,1	12,6	10,8	14,6
	P60K60	25,5	24,3	14,6	35,5	25,0
	N60P60K60 – фон	28,1	49,4	18,7	33,3	32,4
	фон + навоз 10 т/га	79,4	49,9	18,3	36,8	46,1
	фон + навоз 20 т/га	116,4	59,0	21,5	36,6	58,4
	фон + сидерат	69,8	53,4	18,6	35,5	44,3
	фон + солома	49,8	47,4	17,0	36,9	37,8
1,5	Контроль	17,4	24,1	13,4	10,6	16,4
	P60K60	36,5	26,6	10,8	34,6	27,1
	N60P60K60 – фон	40,0	47,2	19,7	32,1	34,8
	фон + навоз 10 т/га	65,0	57,2	19,1	35,6	44,2
	фон + навоз 20 т/га	72,8	63,8	17,3	41,1	48,7
	фон + сидерат	74,4	57,0	16,4	36,3	46,0
	фон + солома	59,8	54,1	16,1	36,8	41,7
2,4	Контроль	17,5	23,9	13,7	13,5	17,2
	P60K60	32,5	27,5	13,3	31,4	26,2
	N60P60K60 – фон	48,0	47,0	19,1	34,8	37,2
	фон + навоз 10 т/га	54,4	57,1	22,1	34,9	42,1
	фон + навоз 20 т/га	66,7	60,8	20,0	37,8	46,3
	фон + сидерат	63,4	57,1	19,0	34,6	43,5
	фон + солома	58,2	55,6	16,0	35,3	41,3
3,2	Контроль	26,6	25,7	15,4	10,1	19,5
	P60K60	42,5	36,3	15,1	30,8	31,2
	N60P60K60 – фон	48,0	53,0	19,0	34,9	38,7
	фон + навоз 10 т/га	59,4	55,7	20,4	35,9	42,9
	фон + навоз 20 т/га	91,8	62,9	19,7	41,7	54,0
	фон + сидерат	70,8	57,0	19,8	37,6	46,3
	фон + солома	56,6	55,9	16,6	36,7	41,5

P – 6,88 %; $НСР_{общ.}$ – 7,27 ц/га; $НСР_{уров.}$ – 2,75; $НСР_{вар.}$ – 3,63 ц/га

Продуктивность возрастала с ростом обеспеченности почвы гумусом, прибавки составили 17,8-20,0 ц/га з.ед.

Внесение органоминеральной системы удобрений с двумя дозами навоза 10 и 20 т/га показало эффективность при длительном их использовании повышенной дозы навоза, получена максимальная продуктивность сельскохозяйственных культур на всех уровнях окультуренности почв. Из исследуемых органоминеральных систем удобрений с сидератом и соломой зерновых эквивалентных по органическому веществу 10 т/га навоза, наиболее эффективным оказалось сидеральное удобрение, получена примерно одинаковая продуктивность сельскохозяйственных культур на почвах слабогумусированных и с содержанием гумуса 1,5 % с дозой навоза 10 т/га, а с повышением гумусированности почвы несколько выше, действие соломы несколько ниже по сравнению с дозой навоза 10 т, но более стабильно на разных почвах по их окультуренности. Наиболее продуктивными в 6-ой ротации зернопропашного севооборота были высокоурожайные культуры картофель и яровая тритикале при возделывании их сложились благоприятные условия по влагообеспеченности и температурному режиму. В связи с этим и в целом продуктивность сельскохозяйственных культур 6-ой ротации была значительно выше по сравнению с продуктивностью сельскохозяйственных культур 5-ой ротации.

Максимальная продуктивность культур зернопропашного севооборота 6-ой ротации и оплата 1 кг NPK урожаем отмечалась на слабагумусовой почве (табл. 4) при внесении органоминерального удобрения с дозой навоза 10 т/га, 20 т/га и сидератом в пределах 9,5-10,1 кг з.ед./кг. С ростом гумусированности почвы эффективность удобрений несколько снижалась, но оставалась на высоком уровне.

Таблица 4. **Эффективность систем удобрений в зависимости от уровня окультуренности почв в зернопропашном севообороте**

Вариант	Содержание гумуса, %			
	0,8	1,5	2,4	3,2
Контроль	14,6	16,4	17,2	19,5
N60P60K60 – фон	17,8 9,9	18,4 10,2	20,0 11,1	19,2 10,7
фон + навоз 10 т/га	31,5 10,1	27,8 8,9	24,9 8,0	23,4 7,5
фон + навоз 20 т/га	43,8 9,9	32,4 7,3	29,1 6,6	34,5 7,8
фон + сидерат	29,7 9,5	29,6 9,5	26,3 8,5	26,8 8,6
фон + солома	23,2 7,5	25,3 8,1	24,1 7,8	22,0 7,1

Наиболее эффективно проявилось действие органоминерального удобрения с сидератом на почве с содержанием гумуса 0,8 и 1,5 % оплата 1 кг удобрений урожаем на уровне 9,5 кг з.ед./кг, с соломой на почве более гумусированной (1,5-2,4 %) соответственно и оплата 1 кг удобрений на уровне 8,0 кг з.ед.

Многолетние исследования свидетельствуют о том, что систематическое длительное применение минеральных и органоминеральных систем удобрений в зернопропашном севообороте положительно влияют не только на урожайность, продуктивность сельскохозяйственных культур, но и на изменения содержания гумуса в почве. На слабогумусированной почве идет накопление гумуса в среднем на 0,20 % и более интенсивно при удобрении почвы органоминеральным удобрением с дозой навоза 20 т/га.

Более активно идет процесс окультуривания почвы под воздействием систематического внесения органоминеральных удобрений, органическое вещество навоза, сидерата и соломы в почве с содержанием гумуса 1,5 % обеспечивает растения и способствует обогащению почвы гумусом, обеспечивая его бездефицитный баланс. В то время как на почвах повышенно- и высокогумусированных идет постепенное снижение гумуса и только доза навоза 20 т/га в сочетании с минеральным удобрением на почве с содержанием гумуса 2,4 % способна поддерживать его на том же уровне. Содержание гумуса на неудобренной почве достигло равновесия на слабо- и среднегумусированной почвах. В то время как на почвах повышенным и высоким содержанием гумуса продолжаются его потери.

Результаты длительных исследований свидетельствуют, что при применении умеренных доз минеральных и органических удобрений на дерново-подзолистых супесчаных почвах нет необходимости стремиться доводить содержание гумуса более 1,5 %, так как дальнейший рост гумусированности не оправдывается ростом урожайности, а затраты органических удобрений на компенсацию минерализованных потерь гумуса резко возрастают. Однако, если повышенный уровень окультуренности создан, следует поддерживать его с помощью экономически оправданных доз удобрений.

На основании полученных данных установлена тесная зависимость урожая, продуктивности севооборота с содержанием гумуса на легких дерново-подзолистых почвах. Роль органического вещества в плодородии почв установлена по сравнительной оценке различных систем удобрений: минеральной, органоминеральной с разными видами органических удобрений.

Эффективность органоминеральной системы выше в среднем на 44 % на слабогумусированной почве на 30 % на почве с содержанием гумуса 1,5 % и на 18 % на повышенном и высокогумусированном фоне по сравнению с минеральной системой удобрения.

ОЦЕНКА ДИНАМИКИ ВЫДЕЛЕНИЯ CO_2 ПРИ СИСТЕМАТИЧЕСКОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ УДОБРЕНИЙ В ПОСЕВАХ ОДНОЛЕТНЕГО ЛЮПИНА

Н.А. Шилова

ГНУ ВНИИОУ Россельхозакадемии, г. Владимир, vnion@vtsnet.ru

Положительное влияние органических удобрений на свойства почвы проявляется не только в накоплении гумуса, но и обогащении почвы микрофлорой, усиливает ее биологическую активность и выделение углекислоты, создают оптимальные условия минерального питания растений. Источником органического вещества в почве являются корневые и пожнивные остатки, количество которых у разных растений неодинаково. При этом накопление органического вещества в почве зависит не только от количества внесенных удобрений, но и содержания в них азота и других элементов питания, а также отношение углерода к азоту от чего зависит коэффициент гумификации.

Для того чтобы проследить о процессах взаимодействия почвы с органическими удобрениями необходимо изучить трансформацию органического вещества и элементов минерального питания в почвах при использовании различных видов удобрений.

Динамика наблюдений за выделением CO_2 из почвы в посевах однолетнего люпина, показала, что при выращивании люпина и второго года последействия органических удобрений, процессы разложения органического вещества в почве идут более интенсивно. Потоки выделения CO_2 увеличиваются по всем вариантам по сравнению с посевами ячменя. Минимальное количество углекислого газа выделялось в многолетнем, неудобренном чистом пару, как в целом за сезон так и по месяцам наблюдений. В контрольном варианте в посевах люпина потоки выделения углекислого газа возрастают по сравнению с чистым паром на 1123 кг/га (табл. 1). На удобренных вариантах трансформации органического вещества усиливались. Максимальное выделение CO_2 в посевах люпина отмечалось в 2006 году при последействии органоминеральной системы удобрений и составило 2716 кг/га за период наблюдений.

Потоки выделения углекислого газа из почвы в посевах однолетнего люпина нарастали с весны, достигали пика в июле при органоминеральной и минеральной системах удобрений, при органической системе удобрения эмиссия углекислого газа была на высоком уровне в июле, августе и сентябре, в период оптимальной влажности почвы и высокой температуры (табл. 1, 2) далее спад со снижением влажности почвы по всем вариантам, подъем с увеличением увлажнения и постепенное снижение выделения CO_2 со снижением температуры не зависимо от увлажнения.

Таблица 1. **Выделение $C\text{-}CO_2$ в посевах однолетнего люпина по датам определения, кг/га (2006 г.)**

Вариант	Май		Июнь		Июль			Август			Сентябрь		Октябрь		Но-ябрь	Де-кабрь	Итого за сезон
	17	26	6	16	7	18	27	7	17	30	13	26	10	24	3	7	
1. Контроль	0,48	2,88	7,83	7,67	14,54	10,55	14,85	16,52	11,37	12,28	10,61	10,31	12,13	9,70	8,64	5,0	1946
7. Навоз 20 т/га		2,72	10,71	15,98	14,54	14,86	13,79	14,25	12,73	18,34	22,89	15,01	15,01	12,13	11,22	5,46	2437
13. Навоз 10 т/га + N50P25K60			8,95	13,58	21,41	40,11	25,77	22,28	16,52	10,31	13,34	13,64	15,41	7,88	10,61	5,46	2716
14. N100P50K120		5,91	10,23	12,14	11,63	27,16	22,28	17,58	12,13	6,06	7,13	9,55	16,07	8,94	8,64	5,15	2175
Чистый пар	0,48	2,16	1,92	0,48		5,03	10,23	3,87	3,87	0,68	5,0	6,37	4,1	5,91	6,82	5,68	823

Таблица 2. **Динамка выделения потоков $C\text{-}CO_2$ по месяцам, кг/га**

Вариант	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Итого май - сен-тябрь
1. Контроль	52,08	263,11	382,43	410,94	325,62	1434,18
7. Навоз 20 т/га	84,32	382,59	453,81	452,05	588,48	1961,25
13. Навоз 10 т/га + N50P25K60	133,77	396,98	904,49	539,38	384,72	2359,34
14. N100P50K120	183,21	319,3	627,27	404,56	229,26	1763,6
Чистый пар	31,8	28,2	208,86	115,12	136,41	520,39

На условия трансформации органического вещества в почвах и интенсивность выделения потоков углекислого газа оказывали влияние удобрения, выращиваемая культура и особенности температурного режима и увлажнения почвы.

При выращивании однолетнего люпина в условиях 2007 года интенсивность выделения углекислого газа (табл. 3, 4) была значительно выше, чем в 2006 году.

При выращивании однолетнего люпина интенсивность выделения CO_2 была на одном уровне при удобрении почвы органическим и органоминеральным удобрением.

Потоки выделения CO_2 нарастают с весны отмечался пик 22 мая, далее наблюдался спад снижалась влажность почвы. В июле в создавшихся оптимальных условиях температурного режима и влажности почвы интенсивность выделения CO_2 достигала максимума во всех изучаемых вариантах. В конце июля, августе и сентябре отмечался спад биологической активности почвы и уменьшение потоков выделения CO_2. Во второй половине сентября, начале октября возросла влажность почвы, увеличилась интенсивность выделения CO_2 и далее резко снизилась температура воздуха и почвы, хотя влажность была достаточно высокой произошел спад в выделении CO_2. По всем датам определения наиболее интенсивно выделились потоки CO_2 на почве удобренной органическим и органоминеральным удобрениями. Интенсивность выделения CO_2 на почве удобренной минеральным удобрением была ниже на 352 кг/га, еще ниже на неудобренной на 809 кг/га и на 1415 в чистом пару (табл. 3).

В условиях 2011 года интенсивность продуцирования углекислого газа варьировала в зависимости от изменения гидротермического режима почвы (табл. 5, 6), удобренности и интенсивности биологических и биохимических процессов в почве и выращиваемой культуры.

В первой половине мая интенсивность выделения $C\text{-}CO_2$ отмечалась на почве удобренной органоминеральным и минеральным удобрениями. Во второй половине мая при повышении температуры воздуха до 25°С более активно разложение органических соединений и продуцирование углекислого газа отмечено в почве удобренной органоминеральным и органическим удобрениями при влажности 12-13 % и температуре почвы 14,6°С.

Таблица 3. **Эмиссия $C\text{-}CO_2$ в посевах однолетнего люпина по датам определения в 2007 г., кг/га**

Вариант	Апрель		Май			Июнь		Июль			Август		Сентябрь		Октябрь			Итого за сезон
	17	27	11	22	31	14	26	5	17	27	7	16	5	18	2	12	23	
1. Контроль	7,04	5,92	7,52	10,08	12,48	16,68	14,39	19,95	22,56	13,98		13,08	6,54	10,46	16,68	10,55	11,28	2375
7. Навоз 20 т/га	10,4	7,2	11,36	21,44	17,44	20,93	14,06	24,86	33,84	20,76		13,73	11,44	9,81	22,23	15,69	14,71	3184
13. Навоз 10 т/га + N50P25K60	8,48	7,84	7,36	19,04	16,48	25,67	15,05	23,21	35,97	20,76		11,61	13,73	10,14	18,64	18,8	17,6	3184
14. N100P50K120	8,32	6,88	8,32	13,76	15,36	20,11	15,37	25,18	28,12	18,48		11,44	12,75	9,48	10,95	10,95	14,71	2832
Чистый пар	8,9	7,6	6,48	5,76	15,36	9,57	8,34	10,55	12,26	11,04	14,47	10,55	7,85	7,85	11,04	4,66	8,1	1769

Таблица 4. **Динамка выделения потоков $C\text{-}CO_2$ по месяцам, кг/га**

Вариант	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Итого май - сентябрь
1. Контроль	276,8	452,68	596,69	419,43	261,55	2007,15
7. Навоз 20 т/га	467,6	548,51	831,7	534,6	328,56	2710,97
13. Навоз 10 т/га + N50P25K60	398,8	620,81	847,84	501,74	361,73	2730,92
14. N100P50K120	343,04	532,13	747,38	463,76	338,36	2424,67
Чистый пар	270,0	281,97	338,37	252,9	235,03	1378,27

Таблица 5. **Эмиссия $C\text{-}CO_2$ в посевах однолетнего люпина по датам определения в 2011 г., кг/га**

Вариант	Май					Июнь			Июль			Август				Сентябрь				Октябрь		Ноябрь	Итого за сезон
	3	12	17	25	31	7	14	21	5	20	27	2	9	17	23	6	13	20	27	4	19	3	
1. Контроль	7,61	6,18	6,87	7,78	8,24	12,82	22,43	33,42	43,03	16,02	43,95	39,83	36,62	35,11	6,87	5,49	17,85	11,44	9,61	7,78	5,95	1,83	3302
7. Навоз 20 т/га	8,56	6,18	8,7	13,73	15,56	9,61	26,55	30,67	42,12	19,09	29,44	26,55	24,72	23,21	8,7	6,41	18,31	16,94	11,9	10,07	5,95	2,75	3176
13. Навоз 10 т/га + N50P25K60	10,46	11,41	11,44	15,11	19,23	14,19	22,43	32,04	32,96	15,43	36,16	26,55	24,72	26,87	9,61	6,87	16,56	20,14	14,19	10,99	5,49	5,49	3254
14. N100P50K120	8,56	9,51	8,7	9,16	11,9	13,28	21,97	30,67	28,38	14,05	32,96	27,92	25,64	21,84	7,78	5,04	14,65	14,19	9,61	6,87	5,04	3,66	2779
Чистый пар	3,33	2,38	4,58	3,2	3,2	15,56	5,04	4,12	10,07	11,31	5,95	11,9	13,73	2,15	3,66	4,58	1,83	0,92	2,29	2,29	0,92	0,92	964

Таблица 6. **Динамка выделения потоков $C\text{-}CO_2$ по месяцам, кг/га**

Вариант	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Итого май - сентябрь
1. Контроль	240,51	757,19	1000,02	813,66	321,06	3132
7. Навоз 20 т/га	331,28	760,73	912,83	583,33	389,13	2977
13. Навоз 10 т/га + N50P25K60	423,2	742,48	827,46	623,88	417,83	3035
14. N100P50K120	305,76	673,37	747,51	578,4	316,34	2621
Чистый пар	110,41	230,47	289,59	221,47	74,9	927

В начале июня, когда снизилась влажность до 9 % изменились условия увлажнения, снизилась биологическая активность почвы и эмиссия углекислого газа на вариантах удобренных органическими и органоминеральными удобрениями. В июне идет нарастание процессов разложения органических веществ и продуцирования углекислого газа, достигая пика 5 июля, когда температура почвы была на уровне 21,2°С при влажности почвы – 7,8 %. Далее со снижением влажности почвы при высокой температуре почвы идет резкое затухание продуцирования $C\text{-}CO_2$. В конце июля следующий пик активности в эмиссии углекислого газа максимальное его количество отмечено на неудобренной почве и до конца августа находилось на высоком уровне примерно на одном уровне продуцирование $C\text{-}CO_2$ на почве удобренной органоминеральным, органическим удобрениями. В интенсивности выделения $C\text{-}CO_2$ отмечены колебания как суточные, так и сезонные, эти колебания завесили от гидротермических условий и удобренности почвы. В целом за сезон интенсивность выделения $C\text{-}CO_2$ из почвы в посевах люпина была примерно одинаковой на неудобренной и удобренной органическим и органоминеральным удобрениями почве. Проведенная обработка данных по выявлению корреляционной зависимости между влажностью, температурой и эмиссией $C\text{-}CO_2$, показала высокий коэффициент корреляции. Характерной особенностью условий 2011 года являлось то, что максимальное продуцирование углекислого газа в посевах однолетнего люпина зафиксировано на неудобренной почве, вероятно это связано с тем, что влажность почвы была на оптимальном уровне, в то время как в удобренных вариантах ощущался явный ее недостаток.

Наиболее интенсивно продуцирование CO_2 на всех изучаемых вариантах отмечалось в летний период июнь, июль, август. В мае идет нарастание биологической активности почвы и эмиссии углекислого газа, в сентябре, октябре месяцах прослеживался спад в связи с понижением температуры почвы с 11 до 3,5°С и повышением влажности почвы с 11,1 до 13,0 %.

Исследования, проведенные по изменению эмиссии CO_2 в посевах однолетнего люпина показали, что суммарное количество потоков углекислого газа по годам варьировало. На неудобренной почве в 2006 году выделилось 1434 кг/га CO_2, в 2007 году возросло в 1,4 раза, в 2011 г. в 2,2 раза. На удобренных вариантах в 2007 и 2011 годах эмиссия углекислого газа была примерно одинаковой, но выше, чем в 2006 году в 1,4-1,5 раза и на 663-857 кг/га на почве удобренной минеральным удобрением. Эмиссия углекислого газа варьировала и в чистом пару. Потоки выделения углекислого газа зависели не только от удобренности, выращиваемой культуры, но и от сложившихся гидротермических условий года. Температура и влажность почвы являются наиболее значительными факторами, опреде-

ляющими скорость разложения органического вещества и интенсивность выделения углекислого газа из почвы. Эмиссия углекислого газа нарастает весной, максимальное продуцирование наблюдалось в летний период июнь, июль, август и снижалось осенью сентябрь, октябрь, когда происходит снижение температуры почвы и увеличение увлажненности, процесс выделения углекислого газа продолжается и в декабре в бесснежный период при оттепели.

РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ПРИЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ БИОРЕСУРСОВ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВАХ ВЕРХНЕВОЛЖЬЯ

С.Т. Эседуллаев, Н.В. Шрамко, Н.Н. Майстренко
ГНУ Ивановский НИИСХ Россельхозакадемии, г. Иваново,
ivniicx@rambler.ru

В последние десятилетия на потенциально бедных по плодородию дерново-подзолистых почвах, составляющих в Ивановской области более 96%, резко сократились объемы использования минеральных и органических удобрений, средств химической мелиорации.

И без того низкое почвенное плодородие продолжает снижаться. Результаты агрохимического обследования почв показали, что только 5,3% пахотных угодий имеют высокое содержание гумуса, остальные - низкое. Согласно исследованиям и расчетам научных учреждений, ежегодные потери органического вещества за счет его минерализации на дерново-подзолистых почвах области составляют: на средних и тяжелых почвах – 0,6 – 1,3 тонн, на легких – 0,8 – 1,4 тонн на 1 га пашни; дефицит азота, фосфора и калия, соответственно, 28, 10, 27 кг на 1 га пашни. Анализ тенденции изменения кислотности почв свидетельствует о том, что последействие известковых материалов, внесенных в 80-е годы, закончилось, и начался процесс вторичного их закисления. Общее количество кислых почв увеличилось с 31,4 % в 2000 году до 52,3% в 2010 году, средневзвешенное значение pH понизилось до 5,4. Более 24 % площадей пашни характеризуются низким и очень низким содержанием фосфора и около 40% - калия. Валовой баланс питательных веществ в почвах области стал отрицательным – 48,3 кг/га. Для восстановления выносимого из почвы средним урожаем сельскохозяйственных культур количества питательных веществ необходимо ежегодно вносить как минимум 45- 60 кг/га д.в. минеральных удобрений, а для бездефицитного баланса элементов питания до 91 кг/га д.в. минеральных и 5-7 т/га органических удобрений.

На этом фоне, учитывая очень слабые экономические и финансовые возможности большинства хозяйств региона, наиболее эффективным и реальным способом повышения продуктивности пашни, сохранения и воспроизводства плодородия почв становится биологизация земледелия, предусматривающая использование биологических факторов, таких как совершенствование структуры посевных площадей, разработка и освоение биологизированных севооборотов, использование сидеральных культур и их смесей в качестве органического удобрения, подбор наиболее эффективных многолетних бобовых культур и разработка адаптивной технологии их возделывания. Исследования по этим актуальным для области проблемам уже длительный период времени проводятся у нас в институте.

В длительных стационарных полевых опытах отдела земледелия при изучении 3-х, 5-ти и 6-польных севооборотов на трех уровнях питания установлена положительная динамика содержания в почве гумуса (табл.1).

Балансовые расчеты, на основе фактических данных поступления органического вещества, показали, что в 3-польном севообороте за 11 летний период исследований даже на контроле не отмечено потери углерода, а на расчетных уровнях питания происходило увеличение содержания органического вещества. При насыщении севооборотов многолетними травами до 40 и более % даже в варианте без удобрений происходило увеличение содержание гумуса. На фонах минерального питания, в связи с тем, что органического вещества пожнивных и корневых остатков поступало больше, эта тенденция была более выражена. Увеличения плодородия почвы в биологизированных севооборотах происходило на фоне достаточно высокой их продуктивности.

Следовательно, в условиях Верхневолжья рациональное использование многолетних бобовых трав в севообороте не только способствует укреплению кормовой базы животноводства, но также является эффективным приемом сохранения и воспроизводства почвенного плодородия.

Использование сидератов, вместо навоза и других органических удобрений, один из реальных направлений биологизации выращивания картофеля и зерновых культур, которые позволяют снизить затраты на их внесение и существенно снизить засоренность полей. Особенно это важно для мелкотоварных хозяйств, где в последние годы производится значительная часть продовольственного картофеля. Исследованиями нашего института установлено, что в звене севооборота «озимые зерновые - картофель» дефицит органического вещества под пропашную культуру можно успешно восполнять за счет измельченной соломы зерновой культуры (3-5т/га) и пожнивных промежуточных посевов сидеральных культур (табл. 2).

Таблица 1. **Продуктивность биологизированных севооборотов и динамика содержания гумуса (среднее за 2000-2011гг.)**

Севооборот	Уровень питания	Продуктивность ц/га з.е.	ПКО*, т/га	Содержание гумуса, %		Изменения, +, -
				2000 г.	2011 г.	
3-польный: 33 % мн. бобовых трав 1. Донник 2. Озимая пшеница (пожнивно горчица) 3. Овес + донник	Контроль	22,0	4,7	1,57	1,57	-
	1-NPK	30,7	5,6		1,67	+ 0,10
	2- NPK	35,0	9,7		1,68	+0,11
5-польный: 40 % мн. бобовых трав 1. Яровая пшеница 2. Клевер 1 г.п. 3. Клевер 2 г.п. 4. Оз. пшеница (пожнивно рапс) 5. Горчица	Контроль	22,7	5,6	1,57	1,57	0
	1-NPK	30,5	7,2		1,64	+ 0,07
	2- NPK	35,2	10,4		1,68	+ 0,11
6-польный: 50 % мн. бобовых трав 1. Донник 2. Яр. пшеница 3. Клевер 1 г.п. 4. Клевер 2 г.п. 5. Оз. пшеница (пожнивно горчица) 6. Овес + донник	Контроль	24,0	5,0	1,57	1,57	-
	1-NPK	32,5	7,8		1,67	+ 0,10
	2- NPK	37,9	14,0		1,71	+ 0,15

Примечание. Где: 1-NPK – расчетная доза минеральных удобрений на продуктивность севооборота в 2,5 тыс. корм. ед./га; 2- NPK – расчетная доза минеральных удобрений на продуктивность севооборота 3,5 тыс. корм. ед./га:

* ПКО - пожнивно-корневые остатки.

Таблица 2. **Запас воздушно-сухого органического вещества (в числителе - т/га) и общего азота (в знаменателе - кг/га) в сидеральной массе перед запашкой под картофель**

Сидеральные культуры	2007г.	2008г.	2009г.	Среднее
Без сидератов	-	-	-	-
Горчица белая + редька масличная	4,6/123	3,0/84	3,7/102	3,8/103
Сурепица озимая	4,4/83	2,7/78	2,5/72	3,2/78
Горчица белая + сурепица озимая	5,3/117	2,8/91	2,6/86	3,6/98
Рожь озимая + вика мохнатая	7,2/163	4,8/110	4,5/106	5,5/126

Установлено, что при использовании яровых капустных сидератов (горчица белая, редька масличная, сурепица яровая) в качестве промежуточных, очень важен срок их посева. Необходимо стремиться провести посев в 1-й декаде августа, так как каждый 1 день с задержкой посева приводит к недобору 2-3 ц/га воздушно-сухого органического вещества. Вполне допустим посев горчицы белой в срок до 15-20 августа, при этом в конце вегетации (10-12 октября) она при высоте 70-80см формирует 3-4т/га воздушно-сухой массы и уходит в зиму в цветущем состоянии. На разной способности перехода к генеративной стадии развития горчицы белой и редьки масличной при посеве в августе в условиях короткого светового дня нами обоснована возможность их использования в виде сидеральной смеси. При посеве 10-20 августа такая смесь в конце вегетационного периода в возрасте 50-60 дней будет сильно дифференцирована по компонентам: грубая стеблевая масса горчицы в фазе цветения (содержание азота 2,1-2,2%, отношение углерода к азоту 20-22) и нежная листовая масса редьки в фазе «розетка-начало стеблевания» (содержание азота 3,4-3,6%, отношение углерода к азоту 10-12).Естественно, что масса такой сидеральной смеси является более ценной по химическому составу по сравнению с одновидовым посевом горчицы белой, так как обеспечивает более высокий уровень азотного питания для последующей культуры. Средняя окупаемость сидератов из семейства капустных урожаем картофеля оказалась в 2 раза выше, чем по озимой ржи – соответственно 1,1 - 1,2 против 0,5 – 0,6 т/га клубней в расчете на 1 т воздушно-сухого вещества сидеральной массы (табл. 3).

Таблица 3. **Накопление сидеральной массы и её окупаемость урожаем картофеля**

Сидеральные культуры	Удача 2007-2009гг.		Скарб 2007,2009гг.		Окупаем. затрат, руб/руб
	Н	О	Н	О	
Без сидератов	-	-	-	-	-
Горчица белая + редька масличная	3,8	0,9	4,2	1,2	5,95
Сурепица озимая	3,2	1,2	3,4	1,0	5,45
Горчица белая + сурепица озимая	3,6	1,0	4,0	1,3	6,35
Рожь озимая + вика мохнатая	5,5	0,5	5,8	0,6	2,85

Примечание: Н – накопление сидеральной массы, т/га; О – окупаемость- тонну клубней на 1 тонну воздушно-сухого вещества сидератов.

Эффективность сидеральных смесей на картофеле оказалось достаточно высокой: на раннем сорте Удача средние относительные прибавки урожая составили 14-19%, а на среднеспелом сорте Скарб – 24-34%. Прямая зависимость между количеством сидеральной массы и ростом урожая картофеля проявляется не всегда: чаще она проявляется в более благоприятных погодных условиях и на сидератах из семейства капустных. Несмотря на более высокое накопление сидеральной массы на варианте с рожью озимой, в большинстве случаев прибавки урожая здесь ниже, чем по капустным предшественникам, так как здесь требуется более тщательное измельчение растительной массы и почва перед посадкой картофеля сильнее иссушается. Окупаемость затрат в денежном выражении подтверждает эту же закономерность, однако даже на озимой ржи достигнуты очень высокие показатели ее эффективности в качестве сидерата, когда на 1 рубль затрат получается 2,5-3,2 рублей чистой прибыли.

Существенно повысить плодородие почвы и продуктивность пашни на дерново-подзолистых почвах возможно при использовании козлятника восточного, затраты на выращивание которого намного ниже чем у других кормовых культур, но отличается он от них целом рядом преимуществ, важнейшими из которых является долголетие посевов, высокое качество корма, урожайность и способность аккумулировать в почве достаточно большое количество пожнивно-корневых остатков и азота. В среднем за 7 лет исследований козлятник формировал не только значительный (более 6,0 т/га) урожай высококачественной сухой отчуждаемой биомассы, мало зависящий от погодных условий, но и более 16.0 т/га органических остатков, богатых биофильными элементами. С ними в почву

поступило до 315 кг/га общего азота, часть которого (54%) выносилось с урожаем козлятника, а другая – (46%) оставалась, обогащая её азотом (табл.4). Причем, минеральные удобрения вносили только один раз перед закладкой травостоев в дозе $P_{90}K_{120}$.

Таблица 4. **Накопление пожнивно-корневых остатков и баланс элементов питания в травостоях козлятника восточного (среднее за 2004-2010гг.)**

Способ создания травостоя	Норма высева, кг/га	Урожай АСВ, т/га	ПКО, т/га	Выносится с урожаем, кг/га			Остается в почве, кг/га		
				N	P2O5	K2O	N	P2O5	K2O
Беспокровный посев	10	5,36	15,5	139	12,8	106	149	74,2	26,0
	20	6,31	16,6	177	18,3	149	138	74,8	-8,00
	30	5,71	13,9	144	14,8	171	129	63,2	-53,0
Под покров ячменя	10	4,10	12,5	117	14,2	85,3	110	56,0	21,7
	20	5,62	14,6	165	18,0	107	113	64,5	18,0
	30	5,03	12,4	127	12,6	96,1	110	56,9	9,90

Баланс элементов питания под травостоями козлятника показал, что только в вариантах, где наиболее высокие урожаи, наблюдался отрицательный баланс по калию. По азоту и фосфору поступление питательных веществ значительно превосходил их расход.

Таким образом, в почвенно-климатических условиях Верхневолжского региона на потенциально бедных дерново-подзолистых почвах, в непростых экономических условиях последних десятилетий при дефиците минеральных и органических удобрений животного происхождения, запасы органического вещества почвы можно пополнить путем эффективного использования легковозобновляемых биоресурсов в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур, к числу которых относится многолетние травы не менее 40% в структуре севооборотов, использование сидеральных промежуточных культур и расширение посевов многолетних бобовых культур, таких как козлятник восточный.

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

Лукин С.М., Русакова И.В., Еськов А.И. Результаты исследований ГНУ ВНИИОУ по разработке высокоэффективных систем и технологий использования органических удобрений и возобновляемых биоресурсов в ландшафтном земледелии 3

Анисимова Т.Ю. Эффективность использования соломы в качестве удобрения в севообороте с люпином 8

Баринов В.Н., Ермакова Л.И. Смешанные посевы тритикале с зернобобовыми культурами 14

Булатова Н.В., Чеботарев Н.Т., Хомченко А.А. Изменение гумусного состояния дерново-подзолистых почв под влиянием органических и минеральных удобрений в кормовом севообороте 16

Вислобокова Л.Н., Скорочкин Ю.П., Брюхова З.Я. Сидеральный пар и солома, как важнейшие приёмы использования органических удобрений и биоресурсов 20

Вислобокова Л.Н., Скорочкин Ю.П., Брюхова З.Я. Солома - важнейший приём использования органических удобрений 24

Володина Т.И., Макарова А.И., Рыбаков А.О. Влияние различных систем удобрений на агрохимические и физические свойства дерново-подзолистых почв и продуктивность севооборота 27

Воробьев Н.И., Свиридова О.В., Андронов Е.Е., Орлова О.В., Попов А.А. Структура метагеномных сетей, образованных почвенным микробным сообществом при гумификации лигнинсодержащих растительных остатков 34

Дзюин А.Г., Дзюин Г.П. Эффективность биоресурсов в севообороте 38

Замятин С.А., Изместьев В.М. Влияние культур севооборота на поступление органического вещества в почву 45

Зиновьев Д.С., Васбиева М.Т. Влияние осадков сточных вод в качестве нетрадиционных органических удобрений на урожайность клевера лугового 51

Зотиков В.И., Нечаев Л.А. Плодородие тёмно-серых лесных почв в севооборотах с зернобобовыми культурами 56

Касатиков В.А., Шабардина Н.П., Рауэлиаривуни С. Влияние биологически модифицированных компостов на агрохимический состав почвы, макроэлементный состав зерновых культур и их урожайность 64

Ковалев Н.Г., Барановский И.Н. Приемы использования нетрадиционных удобрений, получаемых путем биоконверсии органического сырья на предприятиях агропромышленного комплекса 68

Комарова Н.А. Влияние различных паров на содержание гумуса в почве в условиях Нижегородской области 75

Маругина Н.И. Экономическая эффективность подстилочного навоза в севообороте по природным сельскохозяйственным зонам РФ 81

Марчук Е.В. Агроэкологическая эффективность комплексного применения органических, минеральных удобрений и биологического азота в севооборотах на легких дерново-подзолистых почвах 86

Мерзлая Г.Е., Волошин С.П., Литвинский В.А., Панкратенкова И.В. Длительное применение систем удобрения, урожайность культур полевого севооборота и биологическая активность почвы 92

Новиков М.Н. Повышение плодородия почвы и урожайности сельскохозяйственных культур на основе применения сидератов и соломы 95

Орлова О.В., Архипченко И.А. Роль повышения биологической активности почв при внесении биоудобрений для урожая растений и воспроизводства гумуса 99

Пестряков А.М. Эффективность влияния культур севооборотов и удобрений на воспроизводство органического вещества в малогумусных почвах 106

Постников П.А., Карпова М.Н. Агроэкологическая роль органических удобрений 108

Рабинович Г.Ю., Ковалев Н.Г. Продукция микробной конверсии – альтернатива традиционных удобрений 115

Русакова И.В. Эффективные способы использования соломы для воспроизводства плодородия почв 121

Сорокин И.Б., Сиротина Е.А., Петрова Л.В., Удалой А.В. Приемы использования сидератов в подтаежной зоне Сибири 126

Тарасов С.И. Усовершенствованная система мониторинга почв полей утилизации бесподстилочного навоза, помета в зонах деятельности предприятий индустриального животноводства 133

Тарасов С.И., Кравченко М.Е., Бужина Т.А., Никитина Н.А., Кузнецов А.В., Будкова С.В. Эффективность фиторемедиации переунавоженных почв, загрязненных тяжелыми металлами 140

Тарасов С.И., Тамонова Н.А., Никитина Н.А., Макарихина И.Р. Рациональное использование земель при длительном, интенсивном применении бесподстилочного навоза 151

Тарасов С.И., Шалова Л.М. Система технического регулирования оборота органических удобрений 157

Титова В.И., Ветчинников А.А., Вершинина И.В. Динамика агрохимических показателей механически нарушенной светло-серой лесной почвы в процессе ее рекультивации 165

Турусов В.И., Гармашов В.М., Теслина Е.В., Дьячкова Т.И., Абанина О.А., Михина Т.И., Дронова Н.В. Севооборот как средство воспроизводства возобновляемых биоресурсов и органического вещества почвы 170

Уланов А.Н., Смирнова А.В. Использование органических удобрений на торфяных и выработанных почвах 177

Фролова Л.Д., Ермакова Л.И., Новиков М.Н. Важнейшая кормовая и средоулучшающая культура Нечерноземной зоны 183

Чекин Г.В., Голубева Е.С. Перспективы использования торфов Брянской области в качестве удобрения 192

Шилова Н.А. Влияние длительного применения удобрений на почвах разной окультуренности на продуктивность сельскохозяйственных культур зернопропашного севооборота 195

Шилова Н.А. Оценка динамики CO_2 при систематическом использовании удобрений в посевах однолетних трав 202

Эседуллаев С.Т., Шрамко Н.В., Майстренко Н.Н. Ресурсосберегающие приемы использования возобновляемых биоресурсов при возделывании сельскохозяйственных культур на дерново-подзолистых почвах Верхневолжья 208