

**ЗЕМЛЕДЕЛИЕ,
ПОЧВОВЕДЕНИЕ И АГРОХИМИЯ**

УДК 631.41(470.57)

И.Г. Асылбаев, И.К. Хабиров, Б.В. Рафиков
ФГБОУ ВПО «Башкирский ГАУ», Уфа

**АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СВОЙСТВ ЭРОДИРОВАННЫХ ПОЧВ
ПРЕДУРАЛЬЯ И РАЗРАБОТКА ПРИЕМОВ ПОВЫШЕНИЯ ИХ ПЛОДОРОДИЯ**

Ключевые слова: агрохимические свойства, органические удобрения, гумус, азот общий, навоз, солома, микроэлементы, тяжелые металлы.

Дана оценка современного состояния плодородия эродированных почв Предуралья на территории Республики Башкортостан. Разработаны приемы повышения их плодородия на основе биоорганических систем земледелия.

I. Asylbaev, I. Khabirov, B. Rafikov
FSBEI HPE “Bashkir State Agrarian University”, Ufa

**AGROECOLOGICAL ASSESSMENT OF THE PROPERTIES OF ERODED SOILS
IN THE CIS-URAL REGION AND DEVELOPMENT OF TECHNIQUES TO ENHANCE
THEIR FERTILITY**

Key words: agrochemical properties, organic fertilizers, humus, total nitrogen, manure, straw, trace elements, heavy metals.

The authors give the estimation of the current status of eroded soils fertility in the Cis-Ural area of the Republic of Bashkortostan. Strategies to enhance their fertility on the basis of bio-organic farming systems were developed.

Введение. Основная экологическая проблема природопользования и эффективности биологических ресурсов – это деградация почв [3]. Наряду с другими почвами континента деградации подвержены и почвы Предуралья. Им также присущи такие явления, как дегумификация, потеря зернистой водопрочной

структуры, уплотнение, снижение мощности гумусового горизонта, эрозия, подкисление, загрязнение тяжелыми металлами и др. В этих условиях возрастает значимость разработки конкурентоспособных ресурсосберегающих технологий повышения плодородия почв и возделывания сельскохозяйственных культур на

основе достижений биологии и современной биотехнологии. Однако при этом главенствующую роль должны иметь разработки, используемые для ускоренного повышения плодородия почв и восстановления плодородия деградированных земель.

Вопросы влияния органических удобрений на плодородие почвы и урожайность культур в севообороте достаточно хорошо изучены в разных почвенно-климатических условиях [4, 5]. Однако в настоящее время в связи с обострением экологической ситуации и дороговизной минеральных удобрений все большее внимание уделяется биологическим методам ведения сельского хозяйства. Одним из элементов биологической системы земледелия является использование органических удобрений в комплексе с другими агротехническими мероприятиями. Поиск путей повышения эффективности традиционных органических удобрений и альтернативных источников органического вещества является важным не только для повышения продуктивности севооборота, но и для воспроизводства плодородия почв в регионе Предуралья, где в настоящее время пахотные почвы утратили до 20-40% исходного содержания общего гумуса и азота, 20-60% лабильного гумуса и значительное количество связанных с гумусом питательных веществ [7]. В сложившейся ситуации оценка современного состояния гумусного, азотного фонда эродированных почв, поиск альтернативных источников углерода, азота (сидераты, солома, гуминовые удобрения), путей оптимизации плодородия почв, повышения эффективности применения удобрений приобретают особую актуальность.

Предуралье – территория активного проявления водной и ветровой эрозии почв, являющейся одним из основных факторов, разрушающих почвенный покров. О размерах эрозии можно судить по следующим данным: земельный фонд Республики Башкортостан составляет 14,3 млн. га, сельхозугодья – 7,3 млн. га (51%) эрозионно опасными являются 3,6

млн. га (25%), подвержено водной эрозии – 3,3 млн. га (23 %), ветровой – 1,1 млн. га (7,4%), совместному проявлению водной и ветровой эрозии – 12 тыс. га (0,1%) [2].

Целью настоящей работы явилось изучение изменения комплекса свойств эродированных в разной степени почв Предуралья Республики Башкортостан (мощности, содержания и запасов гумуса, азота и фосфора, микроэлементов и тяжелых металлов) и разработка приемов повышения их плодородия. Почвенные разрезы закладывали на разной степени эродированных и неэродированных участках.

Условия и методы исследования.

Экспериментальные исследования по влиянию органических удобрений на содержание гумуса и азота изучалось в полевом опыте на территории СПК «Базы» Чекмагушевского района Республики Башкортостан в 2008-2010 гг. в 5-польном зернопропашном севообороте со следующим чередованием культур: пар черный (чистый), озимая рожь, яровая пшеница, кукуруза на силос, ячмень.

Почва опытного участка – темно-серая лесная среднеэродированная. Агрохимические показатели пахотного слоя почвы следующие: содержание гумуса – 4,35%, азота – 0,29%, фосфора – 0,16%, сумма поглощенных оснований – 28,6 мг-экв./100 г почвы, гидролитическая кислотность – 5,31 мг-экв. на 100 г почвы, рНвод – 5,87, рНсол – 4,90. Варианты удобрений: контроль (без удобрений), солома пшеницы (4,5 т/га измельченной сухой массы + N45 ежегодно), донник (20 т/га зеленой массы 1 раз за ротацию), навоз (60 т/га 1 раз за ротацию), навоз (15 т/га ежегодно), гуминовые удобрения (100 кг/га). Повторность опыта – 3-кратная, площадь делянок – 50 м².

Объектами исследований также явились пахотные почвы Предуралья (Северной, Северо-Восточной и Южной лесостепи) Республики Башкортостан. Лабораторно-аналитические исследования проводились в соответствии с общепринятыми в агрономии методами [1].

Результаты исследований. Анализ влияния различных органических удобрений на свойства и продуктивности среднеэродированной темно-серой лесной почвы проводили на третий год ротации севооборота.

Исследования показали, что на третий год после внесения удобрений и заправки сидератов гумусное и азотное состояние почв изменилось по всем вариантам опыта (табл. 1).

Таблица 1 – Влияние органических удобрений на агрохимические свойства темно-серой лесной почвы (гор. Ап, n – 4)

Вариант	Гумус				Азот			
	общий	подвижный	водорастворимый	Сгк : Сфк	общий	минеральный	гидролизуемый	Потенциально минерализуемый
Контроль	4,35	0,42	0,024	1,42	0,29	63	65	235
Пшеничная солома	4,47	0,48	0,025	1,40	0,35	59	77	185
Зеленая масса донника	4,36	0,43	0,024	1,44	0,30	58	69	190
Навоз 60 т/га 1 раз за ротацию	4,43	0,45	0,024	1,47	0,32	73	79	265
Навоз 15 т/га ежегодно	4,50	0,48	0,025	1,57	0,36	82	91	385
Гуминовые удобрения 100кг/га	4,52	0,49	0,026	1,58	0,37	83	92	390

Незначительное повышение общего содержания гумуса наблюдалось при внесении пшеничной соломы с добавлением мочевины, запахивании зеленой массы донника и одноразового внесения навоза. Наибольшее содержание общего гумуса и соотношение Сгк/Сфк установлено при ежегодном внесении навоза под зяблевую вспашку. Данный вариант также отличается хорошими показателями и по другим параметрам плодородия. Следовательно, для направленного регулирования и сохранения стабильности параметров гумусного состояния темно-серых лесных почв наиболее целесообразным является периодическое внесение в почву органических удобрений, особенно в условиях их дефицита, поскольку окупаемость

урожаем единицы удобрения с увеличением их нормы падает. При внесении навоза в качественном составе гумуса происходит увеличение содержания «свободных» и связанных с кальцием гумусовых кислот и расширение отношения Сгк/Сфк. Отношение Сгк/Сфк, несколько увеличиваясь при внесении навоза, остается соответствующим типу гумуса, характерному для зонального типа почвы.

Впервые в опытах были использованы гуминовые удобрения, полученные из бурых углей Кумертауского месторождения. По влиянию на плодородие почв и урожайность сельскохозяйственных культур они оказались на уровне действия варианта, где ежегодно использовался навоз в дозе 15 т/га. При исполь-

зовании гумифицированного органического удобрения (соотношение С_{гк}/С_{фк} = 2,4) восполняются запасы всех фракций гумусовых кислот в почве, содержащихся в составе сформированной системы гумусовых веществ.

Применение органических удобрений вызывает существенные количественные изменения в составе лабильного гумуса, который является наиболее регулируемой его частью. На фоне внесения органических удобрений содержание общего гумуса увеличивается на 3,5%, лабильного – на 15%. Растительные остатки в равной мере в сравнении с навозом обеспечивают увеличение содержания общего и лабильного гумуса, в то время как навоз является важным фактором регулирования содержания и состава стабильного гумуса. Эффективное плодородие почвы определяется содержанием лабильной фракции гумуса. Интенсивность формирования биомассы растений лимитируется содержанием и минерализацией легкометаболизируемых форм органического вещества, являющихся источником большей части элементов питания для микроорганизмов.

Наиболее эффективными приёмами в отношении азотного состояния почвы оказались ежегодная заплата навоза по 15 т/га и использование гуминового удобрения в дозе 100 кг/га. При внесении растительных остатков с широким соотношением С:N заметно снижается азот-минерализующая способность, содержание потенциально минерализуемого и минерального азота, что связано с закреплением минерального азота в составе органических соединений и микробной биомассы почвы. В составе органического азота при внесении пшеничной соломы +N45, зеленой массы донника и навоза наблюдается увеличение на 8-14% содержания как трудно-, так и легкогидролизующих фракций по сравнению с контролем.

Ежегодное внесение навоза привело к значительному повышению азот-минерализующей способности, биохимической и общей биологической актив-

ности и в результате сильно возросла гидролизуемость органических соединений самой почвы. Относительное содержание суммы легко- и трудногидролизующих соединений азота в этом варианте доходит до 90% от общего азота. При внесении гуминовых удобрений все показатели, кроме количества гидролизующего азота, близки к таковым при ежегодном внесении навоза.

Использование различных органических удобрений способствовало улучшению и агрофизических свойств темно-серой лесной почвы. Вместе с тем в изменении структурного состояния пахотного слоя серой лесной почвы по вариантам опыта существенных различий не наблюдается. Содержание глыбистых фракций (>10 мм) колебалось в пределах 8,8-12,8%, агрономически ценных (10-0,25 мм) – 74,6-78,4% и пыли (<0,25 мм) – 10,9-13,2%.

Результаты мокрого просеивания показывают, что все удобренные варианты имели в пахотном слое почвы на 3,1-9,1% больше водопрочных агрегатов, по сравнению с контролем. Хорошая оструктуренность и высокая водопрочность (56-62%) структурных комочков способствовали поддержанию оптимального сложения темно-серой лесной почвы. Внесение навоза, гуминовых удобрений, растительных остатков и NPK уменьшило плотность пахотного слоя темно-серой лесной почвы на 0,11-0,18 г/см³. При этом пористость возросла на 4,2-6,9%, влагоемкость: полная – на 8,2-14,1%, капиллярная – на 5,4-9,0%. Подобные результаты получены и другими исследователями [4,5].

Анализ литературных данных и расчеты, проведенные на основании результатов полевых опытов, показывают, что оптимальными для возделываемых культур в этой зоне являются следующие параметры агрофизических свойств пахотного слоя темно-серой лесной почвы: количество водопрочных агрегатов в пределах 60-65%, плотность – 1,1-1,2 г/см³, пористость – 56-62%, влагоемкость: полная – 52-54%, капиллярная – 38-42%.

Таким образом, путем внесения навоза, растительных остатков и гуминовых удобрений агрофизические показатели темно-серой лесной почвы можно поддерживать в оптимальных пределах.

Улучшение агрохимических, биохими-

ческих и агрофизических свойств темно-серой лесной почвы при внесении органических удобрений способствовало повышению урожайности культур севооборота и в целом его продуктивности на 3,2-8,5 ц/га кормовых единиц (табл. 2).

Таблица 2 – Влияние органических удобрений на продуктивность севооборота

Вариант	Озимая рожь, 2009 год	Яровая пшеница, 2010 год острозасушливый
	ц/га	
Контроль	20,7	9,9
Пшеничная солома	25,5	11,4
Зеленая масса донника	27,7	12,5
Навоз 60 т/га	28,6	15,0
Навоз 15 т/га	29,1	15,3
Гуминовые удобрения	30,2	17,7
НСР ₀₅	2,0	1,2

Наиболее высокая урожайность озимой ржи и яровой пшеницы отмечается при внесении навоза и гуминовых удобрений под зяблевую вспашку. Однако необходимо отметить, что действие остальных удобрений на урожайность изученных культур также достаточно велико. Если учесть более высокие затраты на технологические операции по подготовке и внесению навоза, то экономически более выгодным становится использование соломы или сидератов. Эти результаты позволяют сделать вывод о необходимости сбалансированного использования в системе удобрений, наряду с навозом, соломы, сидератов и гуминовых удобрений для оптимизации питательного и водно-воздушного режима почвы, стабилизации гумусного состояния, улучшения и сохранения плодородия в целом.

Исходя из наших исследований, нами рекомендуется разделить паровое поле на три части и 1/3 общей площади занять сидератами (донник), на 1/3 внести измельченную солому пшеницы с добавлением мочевины из расчета 10 кг азота удобрений на 1 т соломы, а на остальную часть внести хорошо подготовлен-

ный навоз, на всю площадь внести гуминовые удобрения. На этом фоне наиболее эффективен пятипольный парозернопропашной севооборот. В свою очередь, продуктивность севооборота тесно связана с основными параметрами плодородия темно-серой лесной почвы. Статистически достоверны линейные связи между урожайностью и содержанием в почве гумуса, азота, фосфора, полифенолоксидазной активностью, количеством водопрочных агрегатов, плотностью сложения, пористостью, полной и капиллярной влагоемкостью.

Одним из показателей, характеризующих плодородие почвы, также является содержание в почве микроэлементов и тяжелых металлов. По результатам агрохимического мониторинга на 89 % обследованной пашни республики, расположенной на разной степени эродированных серых лесных почвах и черноземах, отмечается низкое содержание подвижного цинка (от 30 до 100 % в отдельных почвенно-климатических районах); в черноземах – низкое содержание меди (в отдельных районах от 20 до 80 % обследованной площади), молибдена (до 66 %) и марганца (до 45 %).

Содержание бора и кобальта в почвах среднее и повышенное. Со временем дефицит элементов без применения микроудобрений будет нарастать [6].

Содержание солей тяжелых металлов во всех обследованных почвах значительно ниже предельно допустимых значений, колебание по отдельным полям достигает 5-10 раз. Наибольшее содержание свинца отмечено в почвах Южной лесостепной зоны, что связано с развитой нефтегазовой промышленностью (г.Уфа, г.Благовещенск) – 4,26 мг/кг, и в полтора раза выше, чем в почвах Северной и Северо-восточной лесостепи с залесенностью территории от 50-75%. Однако, в почвах Северной лесостепи наблюдается повышенное содержание ртути, что может быть связано с особенностями химического состава материнских пород.

Заключение. Эрозия, в первую очередь, отражается на мощности гумусового горизонта, запасах гумуса и питательных веществ. Нами установлено, что на неэродированных черноземах запасы гумуса составляют до 511 т/га, темно-серых лесных – до 440 т/га в метровом слое. При сильной степени эрозии запасы гумуса меньше на 252 т/га и 141 т/га соответственно. Потеря 1 см плодородного слоя почвы равнозначна потере с каждого гектара около 75 кг общего азота, 240 кг валового фосфора и 80 кг калия. В эродированных почвах в среднем за 20-летний период мощность гумусового слоя уменьшилась на 5-10 см, содержание гумуса – с 8 до 6,5 %, запасы гумуса – на 100 и более т/га.

Гумусное, азотное состояние эродированных темно-серых лесных почв отзывчивы к внесению органических удобрений. Основным приемом регулирования стабильной части гумуса и азота является внесение в почву навоза, а растительные остатки и гуминовые удобрения служат, в первую очередь, источником подвижной части гумуса и азота.

Ежегодное внесение в почву навоза в дозе 15 т/га обусловило более активный метаболизм растений и микро-

организмов, чем одноразовое внесение повышенной (60 т/га) дозы, и стимулировало пополнение биохимического потенциала новообразованными ферментами. Внесение гуминовых удобрений в дозе 100 кг/га по влиянию на свойства урожайность темно-серой лесной почвы оказалось равноценным использованию навоза в дозе 15 т/га ежегодно.

Установленные особенности взаимосвязи показателей гумусного, азотного состояния эродированных почв с различными агротехническими приемами дают возможность направленного регулирования процессов превращения гумусовых и азотистых соединений для сохранения и повышения плодородия этих почв.

В эродированных почвах Предуралья отмечается низкое содержание цинка, меди, кобальта и марганца. Содержание солей тяжелых металлов во всех обследованных почвах значительно ниже предельно допустимых значений.

Библиографический список

1. Агрохимические методы исследования почв. – М.: Наука, 1975. – 656 с.
2. Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель в Республике Башкортостан в 2013 году. Управление Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии по Республике Башкортостан. – Уфа, 2014. – 262 с.
3. Добровольский Г.В. Лекции по истории и методологии почвоведения: учебник / Г.В. Добровольский – М.: Издательство Московского университета, 2010. – 232с.
4. Кольбе Г. Солома как удобрение / Г. Кольбе, Г. Штумке. – М.: Колос, 1972. – 87 с.
5. Лапыгина В.А. Влияние различных органических удобрений на агрегатный состав почвы / В.А. Лапыгина // Интенсификация системы земледелия Калининградской области – М., 1986. – С. 46-48.
6. Родин Н.А. Агроэкологическое состояние пахотных почв в лесостепи Республики Башкортостан / Н.А. Родин, Н.А. СерEDA, И.Г. Асылбаев, Р.И. Баязитова, Л.И. Баязитова // Вестник Казанского ГАУ. – №2. – 2014. – С. 136-141.
7. Хазиев Ф.Х. Экология почв Башкортостана / Ф.Х. Хазиев – Уфа: Гилем, 2012. – 310 с.