

КИСЛОТНО-ОСНОВНОЕ СОСТОЯНИЕ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ ПРИ КУЛЬТУРТЕХНИЧЕСКОМ ОСВОЕНИИ ЗАКУСТАРЕННОЙ ЗАЛЕЖИ

**А.И. Иванов, чл.-корр. РАН, СЗЦППО-ФГБУН СПбФИЦ РАН
E-mail: ivanovai2009@yandex.ru. Тел.: +7 (911) 082-57-81**

В полевом опыте в травяном севообороте дана оценка изменению кислотно-основного состояния сильнокислой тяжелосуглинистой дерново-подзолистой глееватой почвы в процессе мелиоративного освоения закустаренной залежи. В качестве мелиорантов использовали продукты переработки древесно-кустарниковой растительности (ДКР): щепка, сечка, биоуголь и зола ДКР и комплекс традиционных мелиорантов (доломит сыромолотый и птичий помёт). При культуртехническом освоении с применением корчевки почва подкисляется на 0,18 ед. pH_{KCl} за счет усиления минерализации органического вещества. Продукты ДКР оказывали разнонаправленное действие на физико-химический статус почвы: выраженное подкисляющее – у сечки, нейтральное – у щепы, слабое нейтрализующее – у биоугля и выраженное нейтрализующее – у золы. Максимальная оптимизация кислотно-основного состояния почвы до близкого к нейтральному уровню была достигнута при совместном внесении биоугля и золы с традиционными мелиорантами, когда pH_{KCl} достиг в среднем 5,71 и 5,77 ед., Нг. – 2,44 и 2,57, $S_{обм.}$ – 12,42 и 12,17 смоль(экв)кг, $V_{осн.}$ – 84 и 83 % соответственно.

Ключевые слова: кислотность почвы, дерново-подзолистая почва, древесно-кустарниковая растительность, комплекс традиционных мелиорантов, биоуголь, зола, сыромолотый доломит, птичий помёт.

Для цитирования: *Иванов А.И. Кислотно-основное состояние дерново-подзолистой почвы при культуртехническом освоении закустаренной залежи // Плодородие. – 2024. - №1. – С. 51-55. DOI: 10.25680/S19948603.2024.136.13.*

По признанию широкого круга специалистов [7, 14] проблема с задержкой в окультуривании дерново-подзолистых почв исторически представляет собой своеобразную «ахиллесову пяту» на пути успешной реализации проектов по мелиоративному освоению земель Нечернозёмной зоны. В настоящее время, когда доступность эффективных химических мелиорантов снизилась, а потребность региона в культуртехническом освоении нарастающих древесно-кустарниковой растительностью (ДКР) земель практически достигла 500 тыс. га в год [3, 7], эта проблема приняла наиболее острый, по сути, фундаментальный характер [8, 10, 14]. Успех в её решении предопределяет восстановление агропроизводственного потенциала, продовольственную безопасность региона и, наконец, окупаемость государственных и частных вложений в реализацию «программы эффективного вовлечения в оборот земель сельскохозяйственного назначения» [10, 16, 18].

Одним из ключевых аспектов жизненно необходимого при этом ускоренного окультуривания почвы является оптимизация её кислотно-основного состояния, контролирующего широкий комплекс не только физико-химических, но и ряда важнейших агрофизических, биологических и агрохимических свойств почвы [13, 19, 20]. С одной стороны, преодоление последствий ацидизации, характеризующейся на Северо-Западе РФ среднегодовым темпом в 0,03 ед. pH_{KCl} с использованием традиционных известковых мелиорантов, изучено достаточно полно [4, 11, 20]. С другой стороны, освоение закустаренных земель Нечернозёмья в современных условиях сопряжено как с обновлением ассортимента мелиорантов с преимущественным применением сыромолотых форм известковых пород [4, 15], так и с необходимостью сочетания их с различными технологическими продуктами переработки ДКР [5, 17].

Уровень изученности их воздействия на физико-химический статус дерново-подзолистых почв разный: относительно хороший для золы ДКР и неудовлетворительный при применении биоуглей и продуктов прямого измельчения биомассы ДКР. В частности, мелиоративную эффективность биоуглей изучали в регионе только в лабораторных и модельных экспериментах с очень высокими его дозами, обеспечившими удовлетворительный эффект нейтрализации кислой почвы на уровне 0,2-0,5 ед. pH_{KCl} [2, 9] и некоторое увеличение емкости катионного обмена [1, 2]. Совместное же использование комплекса традиционных мелиорантов со всеми возможными в современных агротехнологических условиях продуктами переработки биомассы ДКР ранее не изучалось.

Цель исследования - оценить характер и параметры воздействия комплекса традиционных мелиорантов в сочетании с различными продуктами переработки ДКР, применяемыми в единой технологической схеме ускоренного окультуривания дерново-подзолистой почвы на её кислотно-основное состояние.

Методика. Исследование выполняли с 2017 г. в производственных условиях в ООО «София» Тосненского района Ленинградской области, расположенном в пределах Тосненской низины. Здесь доминируют полугидроморфные почвы зонального ряда на озерно-ледниковых и маломощных моренных отложениях тяжёлого гранулометрического состава. Для закладки мелкоделяночного опыта в травяном севообороте: однолетние травы + многолетние травы – многолетние травы 1-5 годов пользования было выбрано закустаренное угодье (средний запас надземной биомассы 104 т/га), используемое до конца 90-х годов в качестве долголетнего культурного пастбища. Методика его закладки и отдельные результаты исследования публиковались ранее в журнале «Плодородие» [5, 6].

Кисотно-основное состояние почвы опытного поля к началу исследования практически прошло полный цикл оптимизации-деградации. В ходе её окультуривания на стадии мелиоративного освоения к концу 80-х годов кислотность была доведена до уровня, близкого к нейтральному (pH_{KCl} 5,67), а насыщенность основаниями – до 75 %. С этого момента она постепенно деградировала в среднегодовом темпе по pH_{KCl} 0,034 ед., Нг. – 0,14 смоль(экв)/кг, $S_{обм.}$ – 0,19 смоль(экв)/кг, ЕКО – 0,05 смоль(экв)/кг. В 2017 г. тяжелосуглинистая дерново-подзолистая глееватая почва опыта, обладая средним уровнем обеспеченности органическим веществом (3,87 %), подвижными фосфатами (54 мг/кг) и калием (123 мг/кг), характеризовалась сильнокислой реакцией (pH_{KCl} 4,27, pH_{H_2O} – 5,38, $N_{обм.}$, $Al_{подв.}$ и Нг. – 1,10, 0,31 и 5,99 смоль(экв)/кг соответственно) и остро нуждалась в известковании в ходе уже вторичного освоения. Исходя из этого, схема агротехнологического полевого эксперимента включала два фактора: А – мелиоранты в форме продуктов переработки 100 т/га надземной биомассы ДКР, соответствующие определённой культуртехнической технологии освоения закустаренной залежи и Б – комплекс местных мелиорантов (КМ) и удобрений из расчета быстрой оптимизации кисотно-основного и агрохимического состояния почвы. Первый фактор был представлен пятью технологическими решениями: контроль – без продуктов ДКР – соответствовал традиционной технологии сведения-корчевки ДКР и её полевого

складирования; вариант щепа ДКР, 100 т/га - фрезерной технологии сведения ДКР; вариант сечка ДКР, 100 т/га - мульчерной технологии сведения ДКР; вариант биоуголь, 10 т/га - традиционной технологии сведения ДКР с преобразованием 100 т/га надземной биомассы в биоуголь (выход биоугля в ходе пиролиза биомассы естественной влажности составил 10 %); вариант зола, 1,05 т/га - традиционной технологии сведения ДКР с преобразованием 100 т/га в биотпливо, его сжиганием и выемкой золы. Последний вариант, по сути, представляет собой осовремененную форму подсеčno-огневого земледелия. По фактору Б схема опыта была также пятивариантной, предполагающей возможность сравнения с неудобряемым контролем вариантов, получающих полную дозу (10 т/га) доломита сыромолотого (ДСМ) Елизаветинского месторождения в сочетании с высокой (20 т/га с.в. КМ 1) и очень высокой (40 т/га с.в. КМ 2) дозами легированного калием (3,5 кг/т) птичьего помёта (ПП) с птицефабрики «Синявинская» Ленинградской области. Заделка ДСМ в почву осуществлялась двумя технологическими вариантами: полная доза под вспашку и дробно – под вспашку и культивацию. Птичий помёт во всех четырех вариантах заделывался в почву послойно (под плуг и культиватор).

Свойства, определяющие мелиоративную и удобрительную ценность изучаемых в опыте мелиорантов, представлены в таблице.

Состав и свойства традиционных мелиорантов и продуктов переработки ДКР

Мелиорант	Влажность		pH _{вод.}	Нейтрализующая способность, %	Общее содержание в с.в., %				
	%	Зольность			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
ДСМ	2,78	99,70	Не опр.	85	Не определяли			37,04	12,86
ПП	67.03	39,86	8,52	11	2,01	4,59	2,43	4,18	1,48
Щепа	44,02	1,91	Не опр.	Не опр.	0,39	0,09	0,24	0,61	0,09
Сечка	43,97	1,89	Не опр.	Не опр.	0,40	0,19	0,23	0,63	0,08
Биоуголь	0,68	7,58	7,92	14	0,48	0,40	0,63	1,50	0,31
Зола	0,02	99,97	9,88	77	0	3,08	10,11	34,18	5,73

Примечание. ДСМ – доломит сыромолотый, ПП – птичий помёт.

Все они в полной мере отвечали своей природе и технологическим условиям их производства. Вполне ожидаемо среди продуктов переработки ДКР максимальной нейтрализующей способностью обладала зола, в составе которой доминировали кальций, калий и магний. У биоугля этот показатель был ниже в 5,5 раза. Однако он был сопоставим с потенциалом нейтрализации почвы у птичьего помёта. Относительно низкая нейтрализующая способность ДСМ связана с наличием в его составе 33 % медленно растворяющейся фракции 5-10 мм.

Средние почвенные образцы для агрохимических анализов отбирали через три года из пахотного слоя (22 см) каждой делянки опыта (площадь – 3,3 м², размещение – систематическое, повторность – трехкратная) путем сложения индивидуальных проб из 25 проколов тростьевым буром. В воздушно-сухих образцах определяли кисотно-основные свойства почвы стандартизированными методами с приведением единиц измерения к современным требованиям системы СИ: активная и обменная кислотность в форме pH – потенциметрически, обменная кислотность ($H_{обм.}$) и подвижный алюминий ($Al_{подв.}$) – по Соколову, гидролитическая кислотность (Нг.) – по Каппену, сумма обменных оснований ($S_{обм.}$) – по Каппену-Гильковицу, емкость катионного обмена (ЕКО) и степень насыщенности основаниями ($V_{осн.}$) – расчетным методом. Статистическая обработка аналитических данных выполнена дисперсионным методом с

использованием программного комплекса Statistica 7.0 («StatSoft, Inc.», США). В данной работе результаты исследования представлены средними значениями отдельных показателей и их доверительными интервалами в форме наименьшей существенной разности, рассчитанной для уровня вероятности 95 %.

Результаты и их обсуждение. В силу различного физико-химического статуса продуктов переработки ДКР их влияние на активную и обменную кислотность почвы опыта оказалось разнонаправленным (рис. а). В контрольном варианте, имитирующем традиционную корчевочную технологию освоения закустаренных земель, ацидизацию почвы усиливала минерализация свежего органического вещества запаханной дернины.

Её специфика состояла в абсолютном доминировании грибной микрофлоры и, как следствие, в преимущественном выделении в почву низкомолекулярных органических кислот. По комплексу показателей это выразилось в тенденции к усилению подкисления почвы, в первую очередь за счёт высокоактивной водородной составляющей. Поступление в почву щепы ДКР слабо влияло на данный процесс по причине довольно низкой доступности крупноизмельченной биомассы ДКР для разложения микроорганизмами. Мульчерное же измельчение ДКР до сечки резко увеличивало активную поверхность её взаимодействия с почвенной микрофлорой и минерализацию настолько, что практически все оцениваемые показатели достоверно ухудшились:

pH_{H_2O} – на 6 %, pH_{KCl} – на 4, $H_{обм.}$ – на 28, $Al_{подв.}$ – на 24, $Hг.$ – на 10, $S_{обм.}$ – на 15 %. Дополнительное подкисление почвы в расчете на 1 т заделанной в пахотный слой сечки

выразилось в снижении pH_{H_2O} и pH_{KCl} – на 0,001 ед., $S_{обм.}$ – на 0,007 смоль(экв)/кг и повышении $H_{обм.}$, $Al_{подв.}$, $Hг.$ – на 0,002, 0,001 и 0,005 смоль(экв)/кг.

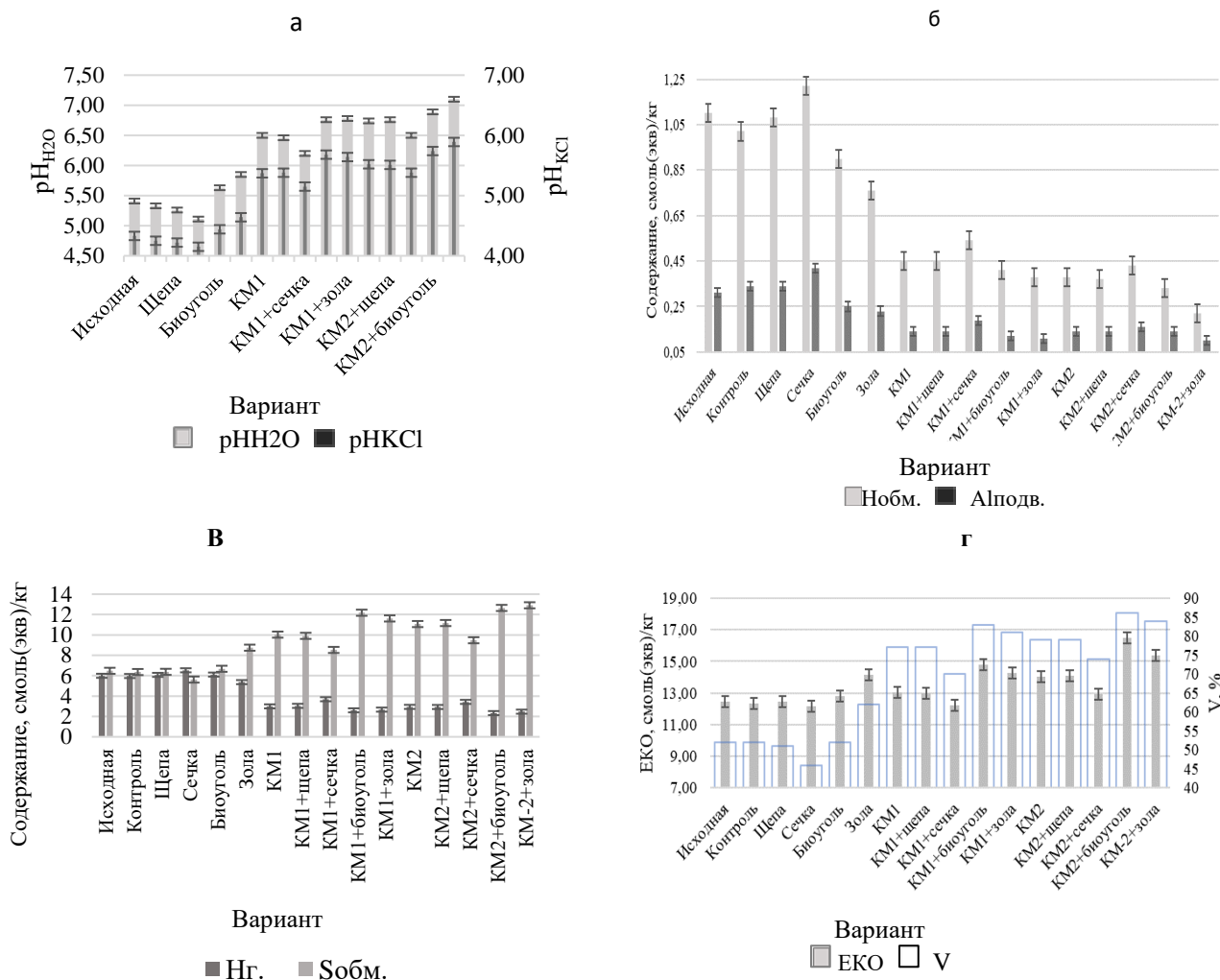


Рис. Зависимость кислотно-основных свойств почвы от применения продуктов переработки ДКР и КМ:
 а – активная (pH_{H_2O}) и обменная (pH_{KCl}) кислотность;
 б – обменная кислотность ($H_{обм.}$) и подвижный алюминий ($Al_{подв.}$);
 в – гидролитическая кислотность ($Hг.$) и сумма обменных оснований ($S_{обм.}$);
 г – ёмкость катионного обмена (ЕКО) и степень насыщенности основаниями (V)

Биоуголь, с одной стороны, обладает небольшим количеством нейтрализующих компонентов, с другой стороны, весьма значительной обменной ёмкостью, позволяющей поглощать из почвы токсичные соединения алюминия. В результате поступления в почву 10 т/га биоугля ряд характеристик кислотного статуса почвы достоверно улучшился (см. рис.): pH_{H_2O} и pH_{KCl} – на 4 %, $H_{обм.}$ – на 18, $Al_{подв.}$ – на 17 %. При этом параметры гидролитической кислотности и суммы обменных оснований изменились несущественно. В расчете на 1 т примененного биоугля, таким образом, было достигнуто повышение pH_{H_2O} и pH_{KCl} – на 0,02 ед. и снижение $H_{обм.}$ и $Al_{подв.}$ – на 0,02 и 0,005 смоль(экв)/кг.

Нейтрализующее действие древесной золы на почву ожидаемо было более выраженным (см. рис.). Так относительное повышение pH_{H_2O} , pH_{KCl} и $S_{обм.}$ достигло 10, 9 и 19 %, а снижение $H_{обм.}$, $Al_{подв.}$ и $Hг.$ – 31, 26 и 12 % соответственно. Зола, скоагулировав часть коллоидов [6], увеличила на 14 % и ёмкость катионного обмена почвенного поглощающего комплекса. В расчете на 1 т мелиоранта эффект оптимизации достиг по pH_{H_2O} 0,48

ед., pH_{KCl} – 0,37 ед., $H_{обм.}$, $Al_{подв.}$, $Hг.$, $S_{обм.}$ и ЕКО – 0,32, 0,08, 0,65, 2,32 и 1,64 смоль(экв)/кг соответственно. В результате степень насыщенности почвы основаниями увеличилась с 51 до 62 % (рис. г). В среднем по изученным показателям мелиорирующий эффект золы оказался в 18 раз выше, чем биоугля и вполне сопоставим с отдачей от сыромолотого доломита.

Комплекс традиционных мелиорантов, внесенный в опыте в высоких окультуривающих дозах (10 т/га сыромолотого доломита и 20-40 т/га птичьего помёта), обладал многосторонним оптимизирующим воздействием на почву. Это касалось и прямого нейтрализующего эффекта, и коагуляции почвенных коллоидов с увеличением илистой гранулометрической фракции, и улучшения параметров питательного режима, и, наконец, изменения состава почвенной микрофлоры в пользу бактериальной составляющей, имеющей конечным продуктом минерализации органического вещества менее агрессивную угольную кислоту. В результате нейтрализующий почву эффект на фоне КМ 1 и КМ 2 выразился в повышении pH_{H_2O} на 23 и 29 %, pH_{KCl} – на 27 и 32 %, $S_{обм.}$ – на

59 и 77 %, ЕКО – на 13 % и в снижении $H_{обм.}$ на 61 и 69 %, $Al_{подв.}$ – на 55 и 56 %, Нг. – на 51 и 53 % соответственно (рис.). Фактически, достигнув насыщенности основаниями в 77-79 % (рис. 2) почвы данных вариантов приобрели оптимальную и относительно устойчивую (с учетом пониженной растворимости ДСМ) слабокислую реакцию среды. Сравнение вариантов КМ 1 и КМ 2, имеющих двукратное отличие в дозе птичьего помёта, показало, что нейтрализующий эффект от каждой тонны последнего в среднем выражался в увеличении pH_{KCl} на 0,01 ед. и $S_{обм.}$ – на 0,05 смоль(экв)/кг. Из полученных данных следует, что из общего оптимизирующего воздействия на почву в составе комплекса традиционных мелиорантов на птичий помет приходилось до 20 % нейтрализующего эффекта, остальное – на сыромолотый доломит.

Однако даже такого эффекта оказалось недостаточно для полного нивелирования негативных последствий заделки в почву хорошо измельченной биомассы ДКР в виде сечки. Несмотря на увеличение степени насыщенности основаниями почвы до 70-74 %, её подкисляющее действие продолжало иметь достоверный характер практически всех изученных показателей.

Ускоренное окультуривание сильнокислой тяжелосуглинистой почвы за счет совместного применения биоугля и золы с традиционными мелиорантами позволило добиться максимальной оптимизации комплекса кислотно-основных свойств почвы (см. рис.) с выходом на близкий к нейтральному уровень и 81-85%-ную насыщенность ёмкости поглощения основаниями. На фоне сыромолотого доломита и птичьего помёта дополнительный нейтрализующий эффект биоугля статистически не уступал золе. В среднем по вариантам полевого опыта относительный уровень оптимизации отдельных свойств почвы при внесении биоугля совместно с КМ 1 и КМ 2 достиг по pH_{H_2O} 26 и 25 %, pH_{KCl} – 33 и 34, $H_{обм.}$ – 64 и 69, $Al_{подв.}$ – 60 и 56, Нг. – 56 и 60, $S_{обм.}$ – 84 и 93, ЕКО – 18 и 20 % соответственно. Аналогичные параметры нейтрализующего эффекта от их применения с золой составили по pH_{H_2O} 25 и 29 %, pH_{KCl} – 32 и 35, $H_{обм.}$ – 67 и 78, $Al_{подв.}$ – 65 и 67, Нг. – 56 и 58, $S_{обм.}$ – 84 и 95, ЕКО – 15 и 23 % соответственно. Важным отличием в действии биоугля и золы стал буферный эффект биоугля на удвоение дозы птичьего помёта в КМ 2 относительно варианта КМ 1. Если по фону золы КМ 2 обеспечил достоверное преимущество относительно КМ 1, то по фону биоугля это не наблюдалось. Наиболее вероятной причиной этого является высокая поглощательная способность самого биоугля, выводящего на некоторое время избыток оснований из почвенного раствора.

Заключение. Кислотно-основное состояние вторично осваиваемой сильнокислой тяжелосуглинистой дерново-подзолистой глееватой почвы подвержено дальнейшей скрытой деградации за счёт усиления минерализации органического вещества с участием грибной микрофлоры и дополнительного выделения в почву агрессивных низкомолекулярных органических кислот. Заделываемые в почву продукты переработки надземной массы ДКР оказывают разностороннее и разнонаправленное действие на физико-химический статус почвы: выраженное подкисляющее – у сечки ДКР, нейтральное – у щепы, слабое нейтрализующее – у биоугля и выраженное нейтрализующее – у золы. Имея разную относительную нейтрализующую способность, биоуголь и зола в силу десятикратного отличия в дозах,

оказали весьма близкое по величине (9-31 %-ное) оптимизирующее воздействие на кислотно-основный статус почвы.

Ускоренная эффективная оптимизация кислотно-основных параметров почвы до слабокислого состояния возможна только при внесении высоких доз традиционных мелиорантов (10 т/га сыромолотого доломита в сочетании с 20-40 т/га птичьего помёта). Усиление нейтрализующего почву эффекта обеспечивало их внесение совместно с биоуглем и золой, когда pH_{KCl} достиг в среднем 5,71 и 5,77 ед., Нг. – 2,44 и 2,57, $S_{обм.}$ – 12,42 и 12,17 смоль(экв)/кг, $V_{осн.}$ – 84 и 83 % соответственно. Таким образом, почва приняла близкое к нейтральному насыщенное основаниями состояние, позволяющее возделывать на ней требовательные к почвенной реакции полевые культуры, в том числе наиболее ценные виды кормовых культур, остро востребованных современным сельскохозяйственным производством Ленинградской области.

При обосновании выбора технологического варианта освоения закустаренной залежи и обращения с ДКР в реальном производстве наряду с комплексом определяющих условий необходимо учитывать и экологическую составляющую, в которой абсолютным преимуществом обладает биоуглевая технология.

Литература

1. Бойцова Л.В., Рижия Е.Я. Агрохимические свойства дерново-подзолистой супесчаной почвы разной степени окультуренности при внесении биоугля // Агрохимия. - 2022. - № 7. - С. 14-23.
2. Бойцова Л.В., Рижия Е.Я., Дубовицкая В.И. Динамика кислотности и емкости катионного обмена дерново-подзолистой супесчаной почвы при внесении биоугля // Агрохимия. - 2021. - № 9. - С. 22-29.
3. Дубенок Н.Н., Иванов А.И., Чесноков Ю.В., Янко Ю.Г. Актуальные вопросы научного и кадрового обеспечения развития мелиорации в Нечерноземье // Вестник Российской сельскохозяйственной науки. - 2020. - № 6. - С. 14-19.
4. Иванов А.И. и др. Актуальные вопросы известкования кислых почв Нечерноземья // Агрохимический вестник. - 2019. - № 6. - С. 3-9.
5. Иванов А.И., Иванова Ж.А., Соколов И.В. Агрономическая эффективность освоения закустаренной залежи при воспроизводстве плодородия почв // Плодородие. - 2020. - №2 (113). - С. 37-40.
6. Иванов А.И. Структурное состояние тяжелосуглинистой дерново-подзолистой почвы при мелиоративном освоении закустаренной залежи // Плодородие. - 2023. - №1. - С. 63- 67.
7. Иванов А.И., Янко Ю.Г. Мелиорация как необходимое средство развития земледелия Нечерноземной зоны России // Агрофизика. - 2019. - № 1. - С. 67-78.
8. Кирейчева Л.В., Шевченко В.А. Состояние пахотных земель Нечерноземной зоны Российской Федерации и основные направления повышения плодородия почв // Международный сельскохозяйственный журнал. - 2020. - № 2. - С. 12-16.
9. Литвинович А.В., Хамам А.А.М., Лаврищев А.В., Павлова О.Ю. Мелиоративные свойства и удобрительная ценность различных по размеру фракций биоугля (по данным лабораторных экспериментов) // Агрохимия. - 2016. - № 9. - С. 39-46.
10. Научные основы эффективного использования агроресурсного потенциала Северо-Запада России/ Под ред. М.В. Архипова. - СПб.-Пушкин: СЗЦППО, 2018. - 135с.
11. Небольсин А.Н. и др. Научные основы и технология использования удобрений и извести. - СПб.: СЗНИИСХ, 1997. - 52 с.
12. Небольсин А.Н., Небольсина З.П. Изменение некоторых свойств почвенного поглощающего комплекса дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы под влиянием известкования // Агрохимия. - 1997. - № 10. - С. 5-12.
13. Небольсин А.Н., Небольсина З.П. Известкование почв. Результаты 50-летних полевых опытов. - СПб., 2010. - 253 с.
14. Рекомендации по развитию агропромышленного комплекса и сельских территорий Нечерноземной зоны Российской Федерации до 2030 года. Версия 2.0/ Под ред. Митина С.Г., Иванова А.Л. - М.: ООО «Изд-во МБА», 2021. - 400 с.
15. Сычев В.Г., Аканова Н.И. Современные проблемы и перспективы химической мелиорации кислых почв // Плодородие. - 2019. - № 1 (106). - С. 3-7.
16. Сычев В.Г. Современное состояние плодородия почв и основные аспекты его регулирования. - М.: РАН, 2019. - 325 с.

17. Шевченко В.А. и др. Агромелиоративные приемы восстановления плодородия деградированных и вышедших из оборота сельскохозяйственных земель и пастбищных территорий. - М.: ВНИИГИМ им. А.Н. Костякова, 2022. - 205 с.
18. Шевченко В.А. Современное состояние выбывших из оборота мелиорированных земель и перспективы их освоения. - М.: ВНИИГИМ им. А.Н. Костякова, 2021. - 410 с.

19. Шевченко В.А., Соловьев А.М., Бондарева Г.И., Попова Н.П. Динамика содержания кальция и магния при вовлечении в оборот залежных земель Нечерноземья (или Нечерноземной зоны) // Промышленность и сельское хозяйство. - 2021. - № 4 (33). - С. 6-10.
20. Шильников И.А. и др. Известкование как фактор урожайности и почвенного плодородия. - М.: ВНИИА им. Д.Н. Прянишникова, 2008. - 340 с.

OPTIMIZATION OF THE ACID-BASE RATIO OF SOD-PODZOLIC SOIL DURING CULTURAL-TECHNICAL DEVELOPMENT OF BUSHY LAYLANDS

A.I. Ivanov, chief research fellow, D. Sc. (Agr.), prof., corresponding member of the RAS, North-West Centre of Interdisciplinary Researches on Problems of Food Maintenance St. Petersburg Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences
E-mail: ivanovai2009@yandex.ru, Tel.: +7 (911) 082-57-81

In a field experiment in a grass crop rotation, we assessed changes in the acid-base ratio of strongly acidic heavy loamy sod-podzolic gleyic soil during the reclamation of bushy laylands. As ameliorants, we used products from the processing of trees and shrubs (chips, chaff, biochar and ash) and a complex of traditional ameliorants (ground dolomite and bird droppings). During development with uprooting, the pH_{KCl} value decreased by 0.18 units and the soil is acidified due to increased mineralization of organic matter. Products from the processing of trees and shrubs had a multidirectional effect on the physicochemical status of the soil: a pronounced acidifying effect of the chaff, a neutral effect of wood chips, a weak neutralizing effect of biochar, and a pronounced neutralizing effect of ash. Maximum optimization of the acid-base ratio of the soil to a level close to neutral was achieved with the combined application of biochar and ash with traditional ameliorants, when pH_{KCl} value reached on average 5.71 and 5.77 units, hydrolytic acidity — 2.44 and 2.57, S-value — 12.42 and 12.17 $cmol(eq)kg$, V_{bas} — 84 and 83%, respectively.

Keywords: soil acidity, sod-podzolic soil, tree and shrub vegetation, complex of traditional ameliorants, biochar, ash, ground dolomite, bird droppings

УДК 631.81:631.412

DOI: 10.25680/S19948603.2024.136.14

АГРОНОМИЧЕСКИЕ И ЭНЕРГОЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ХИМИЧЕСКОЙ МЕЛИОРАЦИИ ЗОНАЛЬНЫХ ПОЧВ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН И ПРИМЕНЕНИЯ РАСЧЕТНЫХ ДОЗ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

Р.Х. Габитов¹, А.А. Лукманов², д.с.-х.н., Ф.Н. Сафиоллин¹, д.с.-х.н., Марс М. Хисматуллин³, д.с.-х.н., Г.С. Миннуллин¹, д.с.-х.н., Марсель М. Хисматуллин¹, д.с.-х.н.

¹ ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет»

420015, Республика Татарстан, г. Казань, ул. К. Маркса, 65

² ФГБУ «ЦАС «Татарский»; Республика Татарстан, г. Казань, Оренбургский тракт, 120

³ ФГБУ «Управление «ПРИВОЛЖСКМЕЛИОВОДХОЗ»

420073, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Гвардейская, д. 15

e-mail: RanisGabitov@tatar.ru, e-mail: agrohim_16_1@mail.ru, e-mail: faik1948@mail.ru,

e-mail: rezi-almet@yandex.ru, e-mail: spk932009@yandex.ru, e-mail: marselmansurovic@mail.ru

Рассматриваются вопросы агрономической и энергоэкономической эффективности известкования, фосфоритования и внесения расчетных доз минеральных удобрений с учетом зональных особенностей почвенного покрова Республики Татарстан. Установлено, что комплексное применение агрохимикатов (известкование, фосфоритование и азотно-фосфорно-калийные удобрения) способствует повышению ресурсного потенциала выщелоченного чернозема на 39%. Рентабельность производства зерновых единиц на выщелоченных черноземах повышается от 45% на контроле до 60,3% в варианте комплексного применения агрохимикатов, а себестоимость снижается до 6,2 тыс. руб/т в сравнении с 6,9 тыс. руб/т в контрольном варианте опыта. Для достижения таких же высоких результатов на серых лесных почвах дозу внесения известки необходимо увеличить на 0,75 т/га, а минеральных удобрений - в 2,06 раза по сравнению с выщелоченными черноземами.

Ключевые слова: почвенный покров, известкование, фосфоритование, минеральные удобрения, зерновые единицы, рентабельность, чистая прибыль, себестоимость.

Для цитирования: Габитов Р.Х., Лукманов А.А., Сафиоллин Ф.Н., Хисматуллин М.М., Миннуллин Г.С., Хисматуллин М.М. Агрономические и энергоэкономические показатели химической мелиорации зональных почв республики Татарстан и применения расчетных доз минеральных удобрений// Плодородие. — 2024. - №1. — С. 55-60. DOI: 10.25680/S19948603.2024.136.14.

В современном агропромышленном комплексе для повышения ресурсного потенциала земель с агрономической и экономической точек зрения необходимы проведение химической мелиорации и регулирование режима питания растений с учетом естественного

плодородия почвенного покрова Российской Федерации, в том числе Республики Татарстан.

Решение этой проблемы зависит от уровня развития производительных сил общества. Например, в старину система подготовки почвы деревянной сохой, ручной