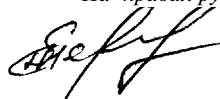


На правах рукописи



ЖЕРЯКОВ ЕВГЕНИИ ВИКТОРОВИЧ

**АГРОБИОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРИЕМОВ
РЕГУЛИРОВАНИЯ ПЛОДОРОДИЯ ЧЕРНОЗЕМА
ВЫЩЕЛОЧЕННОГО В УСЛОВИЯХ
ПРАВОБЕРЕЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ**

Специальность 06.01.02. -мелиорация, рекультивация
и охрана земель

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Пенза, 2004

Диссертационная работа выполнена в Федеральном государственном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Пензенская государственная сельскохозяйственная академия»

Научный руководитель: доктор биологических наук, профессор
Надежкин Сергей Михайлович

Официальные оппоненты: доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Денисов Евгений Петрович

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
Фомин Николай Александрович


Ведущая организация — Пензенский научно-исследовательский институт сельского хозяйства

Защита состоится «26» ноября 2004 года в 10 часов на заседании диссертационного совета Д 220.053.01 при ФГОУ ВПО «Пензенская государственная сельскохозяйственная академия» по адресу: 440014, г. Пенза, пос. Ахуны, ул. Ботаническая, 30.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГОУ ВПО «Пензенская государственная сельскохозяйственная академия»

Автореферат разослан «26» октября 2004 года

Ученый секретарь
диссертационного совета,
доктор сельскохозяйственных наук

 В.А. Гушина

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность. В современных агроландшафтах антропогенные и агрогенные воздействия на почву усиливают деградацию ее потенциального и эффективного плодородия, что сказывается в росте дегумификации, переуплотнении, декальцинации и утрате структуры. Возрастающий дефицит энергетических и материальных ресурсов привел к резкому сокращению техногенных средств повышения плодородия почвы и продуктивности сельскохозяйственных культур (Антропогенная эволюция ..., 2000; Кирюшин, 2000). Прогрессирующее подкисление пахотных почв региона вызывает рост незащищенности гумусовых веществ кальцием, что в сочетании со снижением содержания гумуса (и особенно его лабильных форм), уменьшением интенсивности биологического круговорота, вызывает ухудшение агрофизических свойств почвы.

Поэтому концепции современного земледелия должны основываться на экологизации подходов к сельскохозяйственному производству и широком использовании биологических принципов воспроизводства плодородия почв. Они включают в себя активизацию естественного биологического потенциала за счет введения севооборотов с повышенной долей многолетних (в первую очередь бобовых) трав, сидеральных культур, использования соломы, навоза и местных минеральных ресурсов (Трепачев, 1999; Миркин, Хазиев и др., 1999).

В связи с этим разработка биомелиоративных приемов сохранения и воспроизводства плодородия черноземных почв региона, обеспечивающих рост продуктивности полевых севооборотов является актуальным направлением исследований.

Цель и задачи исследований. Цель исследований заключается в теоретическом и экспериментальном обосновании приемов регулирования плодородия почв за счет комплексного использования биологических и химических мелиорантов в условиях лесостепи Среднего Поволжья.

Были поставлены следующие задачи:

-дать оценку гумусного состояния чернозема выщелоченного и его изменения под влиянием биологических и химических мелиорантов;

-исследовать влияние севооборотов, систем удобрения и известкования на плотность сложения пахотного слоя, структурное состояние и интегральные показатели агрофизических свойств почвы;

-изучить влияние химической мелиорации и различной интенсивности использования чернозема выщелоченного на динамику физико-химических свойств в условиях стационарного опыта;

-определить интегральные связи между основными параметрами почвенного плодородия в условиях применения удобрений;

-провести оценку влияния химических и биомелиорантов на продуктивность полевых севооборотов;

-дать энергетическую, эколого-энергетическую и эколого-экономическую оценку применения биологических и химических мелиорантов.



Научная новизна работы. Впервые в условиях правобережной лесостепи Среднего Поволжья на базе многолетнего стационарного опыта проведено комплексное изучение влияния севооборотов, биологических и химических мелиорантов на гумусное состояние, агрофизические и агрохимические свойства чернозема выщелоченного. Установлены взаимосвязи между: поступлением ПКО и гумусным состоянием; агрофизическими свойствами и содержанием гумуса и его лабильных форм; продуктивностью севооборотов и гумусным состоянием и агрофизическими свойствами почвы.

Практическая значимость работы. Установленные особенности влияния биомелиорантов и полевых севооборотов на гумусное состояние позволяют определить необходимое количество органического вещества (в виде навоза, пожнивно-корневых остатков, сидератов, соломы) для создания бездефицитного баланса гумуса и повышения содержания лабильных его форм.

Закономерности динамики физико-химических свойств почвы в зависимости от интенсивности использования пашни рекомендуется использовать в региональном агроэкологическом мониторинге и при определении необходимости и очередности известкования черноземных почв региона.

Основные положения, выносимые на защиту.

- оценка гумусного состояния чернозема выщелоченного и его изменение в зависимости от севооборотов, биологических и химических мелиорантов;
- использование комплекса агротехнических и мелиоративных приемов для регулирования агрофизических свойств почвы ;
- возможность оптимизации физико-химических свойств почвы различной интенсивности использования за счет рациональной системы удобрения и известкования;
- значение биологических и химических мелиорантов в повышении продуктивности пахотных земель.

Апробация работы. Основные положения диссертации и ее результаты доложены на Международной научно-практической конференции «Обеспечение высокой экономической эффективности безопасности приемов использования удобрений и других средств» (Москва, ВИУА, 2003), на Международной научной конференции «Применение средств химизации - основа повышения продуктивности сельскохозяйственных культур и сохранения плодородия почв» (Москва, ВНИИА, 2004), на IV съезде почвоведов России (Новосибирск, 2004), на 41-ой и 42-ой научно-практических конференциях студентов и аспирантов ФГОУ ВПО «Пензенская ГСХА» (Пенза, ПГСХА, 2002-2003), на Международной научно-практической конференции, посвященной 50-летию кафедры Общего земледелия ФГОУ ВПО «Пензенская ГСХА» (Пенза, 2004).

Публикация результатов исследований. По материалам диссертации опубликовано 8 научных работ.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из восьми глав, выводов и предложений производству. Работа изложена на 162 страницах машинописного текста, содержит 43 таблицы, 11 рисунков, 18 приложений. Список литературы включает 266 наименований, в том числе 19 зарубежных.

УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ Характеристика почвенно-климатических условий

Объекты исследований находились в правобережной лесостепи Среднего Поволжья. Полевые опыты проводили в учхозе Пензенской ГСХА, расположенном в Мокшанском районе Пензенской области.

Исследования проводили в 2000-2004 гг. при значительных колебаниях, как количества выпавших осадков, так и температурного режима. Вегетационный период 2002 г. характеризовался как неблагоприятный для роста и развития сельскохозяйственных культур (ГТК 0,70). В 2000-2001 и 2003-2004 гг. погодные условия характеризовались достаточной влагообеспеченностью (ГТК 1,32-1,89).

Полевой стационарный опыт, был заложен в 1992 году по схеме (2х2х5)х4 со следующими факторами и градациями:

А - севообороты: 1 - зернопаропропашной (чистый пар, озимая пшеница, кукуруза, яровая пшеница, просо); 2 - зернотравнопропашной (ячмень с подсевом клевера, клевер первого года пользования, клевер второго года пользования, озимая пшеница, кукуруза);

В - известкование: 1 — без извести; 2 - известкование по 1,0 Нг;

С - системы удобрений: 1. биологическая нулевая (контроль); 2. органическая - 8 т навоза на 1 га севооборотной пашни; 3. минеральная ($N_{26-32}P_{26-32}K_{26-32}$); 4. органо-минеральная (8 т/га навоза + $N_{26-32}P_{26-32}K_{26-32}$); 5. органо-минеральная с пожнивной сидерацией. В качестве поживного сидерата высевалась редька масличная после озимой пшеницы. Продуктивность биомассы во второй ротации составляла 3,16 и 3,42 т/га сухого вещества.

Повторность опытов 4-х кратная, расположение вариантов — рендомизированное в два яруса, общая площадь делянок 53 м², учетная 50 м².

В качестве органических удобрений использовали навоз крупного рогатого скота. Из минеральных удобрений применяли $N_{ааз}$, $P_{сл}$, $K_{ч}$. Навоз, фосфорные и калийные удобрения вносили осенью под вспашку, азотные - 2/3 осенью и 1/3 весной под культивацию.

Почва - чернозем выщелоченный среднемощный тяжелосуглинистый, перед закладкой опыта в слое 0-30 см характеризовалась следующими показателями: $pH_{сол}$ - 4,70-4,75, Нг - 7,60-7,90; S - 28,7-29,5 мг-экв. на 100 г почвы; V - 78,0-79,5 %, содержание гумуса 6,50-6,68 %, $N_{гидрол}$ - 7,05-9,40 мг/100 г почвы (по Тюрину-Кононовой); P_2O_5 - 8,03-9,46; K_2O - 10,2-12,3 мг/100 г почвы.

Агротехника возделываемых культур общепринятая для черноземных почв Пензенской области.

Все наблюдения, анализы и учеты проводили по общепринятым методикам. В образцах почв с ненарушенным сложением определяли плотность сложения методом режущего кольца, объемом 520 см³; общая пористость и пористость аэрации определялась расчетным методом; агрегатный анализ проводился по методу ИМ. Саввинова и И.М. Бакшеева (Агрофизические методы исследования почв, 1966).

В почве определяли следующие показатели: содержание органического углерода по методу Тюрина в модификации Симакова; фракционно-

групповой состав гумуса по схеме Тюрина в модификации Пономаревой и Плотниковой; водорастворимый гумус - по Тюрину (ВОВ); лабильные гумусовые кислоты - в 0,1 н растворе NaOH (ЛГК); легкоразлагаемое органическое вещество - по Ганжаре, Борису (ЛОВ); легкогидролизуемый азот - по Тюрину и Кононовой; $pH_{\text{св}}$ - потенциметрически; сумму поглощенных оснований - по Каппену-Гильковицу; гидролитическую кислотность - по Каппену; подвижный фосфор и обменный калий - по Чирикову (Агрохимические методы..., 1975, Методические указания..., 1983).

Выделение CO_2 определяли абсорбционным методом (Шарков, 1987). Энергетическую и эколого-энергетическую эффективность применения удобрений и известкования рассчитывали по Г.А. Булаткину (1983, 1991), эколого-экономическую эффективность - по А.В. Голубеву (1994).

Математическая обработка результатов проведена методами дисперсионного, корреляционного и регрессионного анализа (Б.А. Доспехов, 1985) на ПЭВМ с использованием пакетов прикладных программ для статистической обработки "Statgrafics" и "Statistica".

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

ГУМУСНОЕ СОСТОЯНИЕ ЧЕРНОЗЕМА ВЫЩЕЛОЧЕННОГО

В среднем за вторую ротацию севооборотов количество послеуборочных остатков в зернотравянопропашном севообороте превосходило поступление их в почву зернопаропропашного севооборота на 75,0-76,7% в зависимости от применяемых систем удобрения.

Под влиянием систем удобрения прибавка ПКО по сравнению с контролем возрастает в следующей последовательности: органическая < минеральная < органо - минеральная < органо - минеральная с пожнивной сидерацией. Применение доломитовой муки позволило увеличить количество поступающих в почву растительных остатков в зернопаропропашном севообороте на 0,12, а в зернотравянопропашном севообороте на 0,26 т/га сухого вещества.

Важным фактором, определяющим динамику содержания гумуса в почвах, является культура полевых растений. Нами установлено, что по истечении двух ротаций пятипольных севооборотов содержание гумуса в них было различным (табл.1).

В среднем по всем вариантам систем удобрений оно составило в зернопаропропашном севообороте - 6,42%, в зернотравянопропашном - 6,86%. Применение известкования не оказывало существенного влияния содержание гумуса.

За 10 лет в зернопаропропашном севообороте содержание гумуса без применения удобрений снизилось на 0,36%, что обусловлено очевидно, не только расходом гумуса для обеспечения растений азотным питанием, но и непроводительной его минерализацией в чистом пару. Исключение чистого пара и введение 2-х полей клевера в зернотравянопропашном севообороте способствовало простому воспроизводству гумуса и содержание его по сравнению с исходным возросло на 0,14%.

Таблица 1

Влияние севооборотов, известкования и систем удобрения и на содержание гумуса в пахотном слое чернозема выщелоченного по завершении второй ротации севооборотов, 2002г. %

Севообороты	Известкование	Системы удобрения					Среднее
		нулевая	органическая	минеральная	органоминеральная	органоминеральная с пожнивной сидерацией	
Зернопаропропашной	Ca ₀	6,23	6,45	6,24	6,58	6,63	6,42
	Ca _{1,0}	6,20	6,53	6,17	6,60	6,69	6,43
Среднее		6,21	6,49	6,20	6,59	6,66	6,42
Зерноотвоянопропашной	Ca ₀	6,69	6,86	6,70	7,02	7,06	6,86
	Ca _{1,0}	6,65	6,89	6,64	7,05	7,09	6,87
Среднее		6,67	6,87	6,67	7,03	7,06	6,86
Среднее	Ca ₀	6,46	6,65	6,47	6,80	6,84	6,64
	Ca _{1,0}	6,42	6,71	6,41	6,83	6,89	6,65

НСР₀₉₅ частных различий - 0,30, севооборотов - 0,20, систем удобрения - 0,15, известкования - Рфакт. < F₀₅

В зернопаропропашном севообороте использование органической и органоминеральной систем удобрения способствовало достижению бездефицитного баланса гумуса. Внесение в течение 10 лет минеральных удобрений в дозах N₂₆₋₃₂P₂₆₋₃₂K₂₆₋₃₂ в среднем в год не оказывает достоверного влияния на содержание гумуса. Введение поживного сидерата (редьки масличной) после озимых обеспечивает дополнительное, но непродолжительное по времени, накопление гумуса за счет увеличения поступления органического вещества.

Органическое вещество почвы следует оценивать, используя анализ фракционно-группового состава гумуса (на основе метода И.В. Тюрина и его модификаций) и анализ соотношений в органическом веществе групп лабильных и стабильных соединений. Каждый из этих подходов имеет свое назначение и особенности и не может быть заменен другим (Кирюшин и др., 1993).

При использовании различных систем удобрения в течение 2-х ротаций пятипольных севооборотов появилась тенденция к некоторому изменению группового состава гумуса, в первую очередь наметилось увеличение суммы гуминовых кислот и отношение C_{гк}/C_{фк} под влиянием 8 т/га навоза, а также снижение глубины гумификации и рост фульвокислот — от минеральной системы удобрения. Действие минеральных удобрений на фракционный состав гумуса противоположно - существенно увеличивается количество бурых гуминовых кислот по сравнению с навозным фоном и снижается количество гуматов кальция (табл. 2).

Это, очевидно, связано с их подкисляющим действием. Одновременно отмечается рост доли «агрессивных» и свободных фульвокислот. Увеличение первой фракции гумусовых кислот можно объяснить не только процессами

новообразования за счет органического вещества навоза и биомассы растительных остатков, но и изменением физико-химических свойств чернозема.

Таблица 2

Влияние севооборотов, известкования и применяемых систем удобрения на содержание ГК - 2, % от от

Севообороты	Известкование	Системы удобрения $C_{\text{общ}}$					Среднее
		нулевая	органическая	минеральная	органоминеральная	органоминеральная с пожнивной сидерацией	
зернопаропашной	Ca ₀	22,8	24,5	21,6	22,8	22,4	22,8
	Ca _{1,0}	24,9	27,2	24,2	25,3	24,7	25,3
Среднее		23,8	25,8	22,9	24,1	23,5	24,1
зернотравянопропашной	Ca ₀	23,5	26,3	21,7	23,9	23,5	23,8
	Ca _{1,0}	26,4	29,0	24,9	28,0	27,5	27,2
Среднее		24,9	27,6	23,3	25,9	25,5	25,5
Среднее	Ca ₀	23,1	25,4	21,6	24,1	22,9	23,3
	Ca _{1,0}	25,6	28,1	24,6	26,6	26,1	26,3

$NCP_{\text{орг}}$ частных различий - 2,2, севооборотов - 1,9, известкования - 1,9, систем удобрения - 1,5

Известкование среднекислого чернозема сопровождается глубокими изменениями в физико-химических свойствах почвы и приводит к перегруппировке фракций гумуса: доля «свободных» гуминовых кислот снижается в 1,4-2,0 раза, а количество гуматов кальция - возрастает на 2,1-4,1% от $C_{\text{орг}}$. Так как изменения в групповом составе незначительны, можно считать, что данное явление вызвано в основном химическими взаимодействиями, не затрагивающими биохимические аспекты гумусообразования.

Наиболее целесообразным подходом к выявлению агрономической ценности гумуса и его составляющих можно считать разделение всех органических соединений почвы на две большие части: группу консервативных, устойчивых веществ и группу лабильных соединений, или «активную» и «пассивную» его части (Орлов, 1980; Тейт, 1991).

Наибольшее содержание ЛГК без применения удобрений было отмечено в зернотравянопропашном севообороте - 0,452%, что на 15% больше, чем в зернопаропашном.

Органическая система удобрения способствовала проявлению тенденции роста ЛГК, минеральная - росту их количества на 12-15%. Наибольшее содержание данной группы органического вещества отмечено при использовании органоминеральной системы удобрения с пожнивной сидерацией: в зернопаропашном севообороте - 0,465%, а в зернотравянопропашном - 0,560%, что превышает контроль на 17-18%.

Влияние севооборотов наиболее сильно сказалось на содержании легко-разлагаемого органического вещества. Включение в севооборот клевера 2-х летнего пользования и исключение чистого пара в зернотравянопропашном

севообороте способствовало росту количества ЛОВ по сравнению с зернопаропропашным севооборотом на 96% (табл. 3).

Таблица 3

Влияние удобрений и известкования в полевых севооборотах на содержание ЛОВ, 2002 г.

Севообороты	Известкование	Системы удобрения					Среднее
		нулевая	органическая	минеральная	органоминеральная	органоминеральная с пожнивной сидерацией	
зернопаропропашной	Са ₀	0,268	0,325	0,275	0,336	0,347	0,310
	Са _{1,0}	0,280	0,420	0,292	0,540	0,364	0,379
Среднее		0,274	0,373	0,283	0,438	0,355	0,344
зернотравянопропашной	Са ₀	0,518	0,663	0,589	0,767	0,802	0,667
	Са _{1,0}	0,531	0,695	0,598	0,794	0,825	0,689
Среднее		0,524	0,679	0,593	0,780	0,814	0,678
Среднее	Са ₀	0,393	0,494	0,432	0,551	0,355	0,445
	Са _{1,0}	0,406	0,557	0,445	0,667	0,594	0,534

НСР₀₉₅ частных различий - 0,127; систем удобрения - 0,058; севооборотов и известкования - 0,086

Под влиянием органических удобрений в обоих севооборотах содержание ЛОВ возрастало на 26-37%. При применении минеральных удобрений в севооборотах увеличение было не значительным. Наибольшее положительное влияние на предгумусовую фракцию органического вещества оказала ор-гано-минеральная система удобрения в сочетании с пожнивной сидерацией. При этом количество ЛОВ возросло на 48-55%.

АГРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЧЕРНОЗЕМА ВЫЩЕЛОЧЕННОГО

Плотность сложения и структурное состояние.

Неблагоприятное влияние высокой плотности на развитие растений заключается как в механическом препятствии для прорастания семян и росте корней, так и в проявлении в этих условиях антагонизма между водой и воздухом (Качинский 1963, Хан, 1969).

По завершении 2-х ротаций зернопаропропашного севооборота на контрольном варианте и при использовании минеральных удобрений равновесная плотность была выше верхнего предела оптимума для зерновых культур (1,20 г/см³) и колебалась от 1,22 до 1,23 г/см³, в зернотравянопропашном севообороте на этих вариантах равновесная плотность была близкой к верхним пределам оптимальной (1,19-1,20 г/см³). Применение навоза в дозе 8 т/га севооборотной пашни способствовало снижению ее на 4,1-5,0% в зернопаропропашном и 4,3-6,0 в зернотравянопропашном севооборотах.

Одним из важнейших факторов, определяющих структурное состояние пахотных почв, являются культурные растения. Классиками отечественного земледелия и почвоведения (Вильямс, 1951, Качинский, 1963) показано по-

ложительное влияние многолетних трав на образование структурных агрегатов.

Наблюдения за структурно-агрегатным составом почвы, проведенные в течение 2-ой и 3-ей ротаций зернотравянопропашного севооборота, позволили выявить структурообразующую роль отдельных сельскохозяйственных культур. Так, после уборки кукурузы количество агрономически ценных агрегатов составило 56,1-59,1%, а коэффициент структурности - 1,27-1,44 ед. (табл. 4). Двухлетнее использование клевера способствовало существенному улучшению структурного состояния чернозема выщелоченного. Перед посевом озимой пшеницы (по сравнению с полем кукурузы) количество глыбистых агрегатов сократилось в 1,8-2,0 раза, а коэффициент структурности увеличился до 2,2,65-3,25 ед.

Использование химического мелиоранта, увеличившее количество обменно-поглощенных катионов кальция и магния, способствовало улучшению структурно-агрегатного состава среднекислого чернозема под всеми культурами севооборота. При этом коэффициент структурности возрастал на 0,17-0,60 ед.

Таблица 4

Динамика структурно-агрегатного состояния чернозема выщелоченного в зернотравянопропашном севообороте, 1998-2004 гг.

Культуры, год	Содержание агрегатов, %			Коэффициент структурности
	>10 мм	10-0,25 мм	<0,25 мм	
2-я ротация				
Кукуруза, 1998	<u>40,2</u>	<u>56,1</u>	<u>3,7</u>	<u>1,27</u>
	36,4	59,1	4,5	1,44
Ячмень с подсевом клевера, 1999	<u>36,7</u>	<u>59,4</u>	<u>3,9</u>	<u>1,46</u>
	32,9	62,3	4,8	1,65
Клевер 1 г.п. 2000	<u>26,1</u>	<u>69,3</u>	<u>4,6</u>	<u>2,25</u>
	21,5	72,9	5,6	2,70
Клевер 2 г.п. 2001	<u>22,6</u>	<u>72,6</u>	<u>4,8</u>	<u>2,65</u>
	17,7	76,5	5,8	3,25
Озимая пшеница 2002	<u>29,6</u>	<u>66,0</u>	<u>4,4</u>	<u>1,94</u>
	25,2	69,5	5,3	2,27
3-я ротация				
Кукуруза, 2003	<u>37,9</u>	<u>58,1</u>	<u>4,0</u>	<u>1,39</u>
	34,9	60,3	4,8	1,52
Ячмень с подсевом клевера, 2004	<u>35,2</u>	<u>60,7</u>	<u>4,1</u>	<u>1,54</u>
	31,2	63,9	4,9	1,77

Примечание в числителе - без известки, в знаменателе - с известкой

Определение структурно-агрегатного состава, проведенное по завершении второй ротации севооборотов показало, что наибольшее количество глыбистых агрегатов и распыленной фракции характерно для зернопаропашного севооборота - 34,5-35,8%, что на 6,2-9,3% больше, чем в зернотравянопропашном севообороте. Аналогичная картина выявлена и для распыленной фракции - разница между севооборотами составила 1,0-1,6%.

Использование доломитовой муки в качестве химического мелиоранта способствовало, в среднем по севооборотах, снижению количества глыб на 3,3% и пыли - на 0,4%.

Наибольшее положительное влияние на размеры структурных агрегатов оказало применение органических удобрений. При этом глыбистость снижалась на 2,1-4,9%, а распыленная фракция - на 1,2-1,9%. Минеральная система удобрения способствовала увеличению глыбистой фракции на 1,1-5,6% в зависимости от севооборота и не оказывала существенного влияния на качество пыли.

Интегральным показателем оценки структурно-агрегатного состава почвы является коэффициент структурности. В зернотравянопропашном севообороте его величина вне зависимости от известкования и систем удобрения была выше на 0,55 ед. по сравнению с зернопаропропашным севооборотом (рис. 1).

Органическая система удобрения обеспечивала повышение коэффициента структурности на 0,24-0,62 ед., а минеральная - наоборот вызывала его снижение на 0,1-0,36 ед. Наибольшая величина коэффициента структурности характерна для органо-минеральной системы удобрения с пожнивной сидерацией - 1,8-2,83.

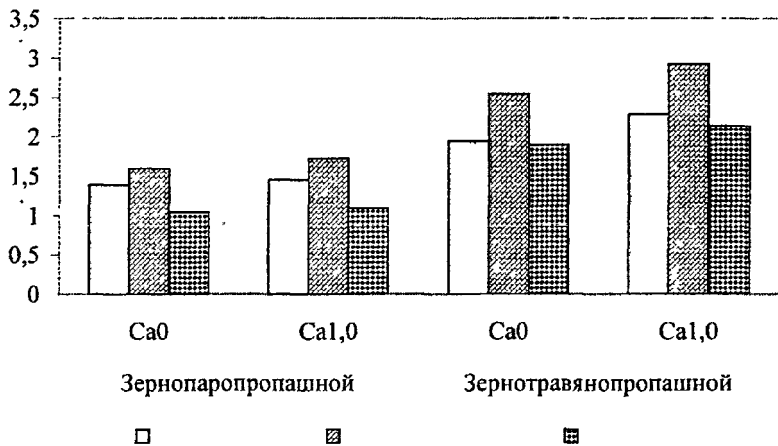


Рис. 1. Коэффициент структурности чернозема выщелоченного в зависимости от севооборотов, известкования и применяемых систем удобрения, по завершении второй ротации севооборотов, 2002 г.

Водопрочность структурных агрегатов

Наименьшая водопрочность (61,0-62,7%) характерна для зернопаропропашного севооборота, что на 7,0-9,7% ниже, чем в зернотравянопропашном севообороте (табл. 5).

Известкование среднекислого чернозема доломитовой мукой по полной гидролитической кислотности обеспечило рост количества водопрочных агрегатов на 1,7-4,4% в зависимости от вида севооборота.

Под влиянием органических удобрений (40 т/га под кукурузу) в зерно-травянопропашном севообороте количество водопрочных агрегатов возросло почти на 9,5%, а в зернопаропропашном - 10,1%.

Таблица 5

Количество водопрочных структурных агрегатов в зависимости от севооборотов, известкования и применяемых систем удобрения, 2002 г., %

Севообороты	Известкование	Системы удобрения					Среднее
		нулевая	органическая	минеральная	органоминеральная	органоминеральная с пожнивной сидерацией	
Зернопаропропашной	Ca ₀	55,5	65,4	51,5	64,4	68,2	61,0
	Ca _{1,0}	56,9	66,9	53,0	65,7	70,9	62,7
Среднее		56,2	66,2	52,3	65,1	69,6	61,9
Зернотравянопропашной	Ca ₀	62,5	72,0	59,1	71,4	75,2	68,0
	Ca _{1,0}	65,1	76,0	62,1	77,5	81,1	72,4
Среднее		63,8	74,0	60,6	74,5	78,2	70,2
Среднее	Ca ₀	59,0	68,7	55,3	67,9	71,7	64,5
	Ca _{1,0}	61,0	71,5	57,6	71,6	76,0	67,5

НСР₀₉₅ частных различий - 10,6, систем удобрения - 7,2, севооборотов и известкования - 5,3

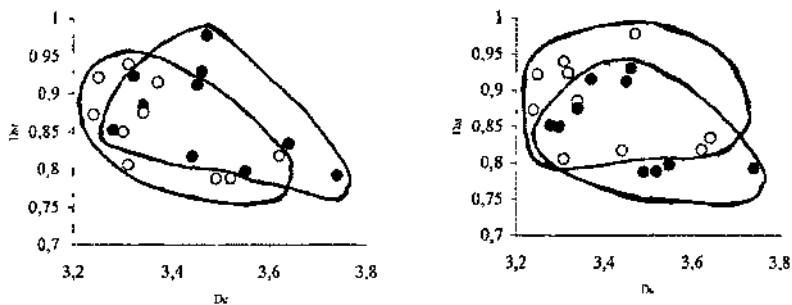
Влияние минеральных удобрений было противоположным в обоих севооборотах: сумма водопрочных фракций снизилась на 3,4-4,0% по сравнению с неудобренным вариантом. Добавление к навозу минеральных удобрений несколько нивелировало мелиорирующее действие навоза.

Известкование способствовало росту коэффициента водопрочности на 0,39 ед.

Интерпретация структурного состояния

Существующие подходы к анализу данных распределения частиц по размеру остаются несовершенными. Нами использован способ интерпретации структурного состояния почвы, предложенный Н.Б. Хитровым, О.А. Чечуевой (1994), на основе полной информации о распределении частиц по размеру двух сопряженных видов структурного анализа.

Как свидетельствуют полученные результаты, изучаемые приемы оказывали неравнозначное влияние на средневзвешенный диаметр агрегатов, полученных при сухом и мокром просеивании. В зернотравянопропашном севообороте величина средневзвешенного диаметра структурных агрегатов возросло по сравнению с зернопаропропашным на 0,06 мм (рис. 2). Большее влияние на этот параметр оказало известкование, под действием которого увеличение составило 0,12 мм.



А - известкование

Б — севообороты

Рис. 2. Взаимосвязь средневзвешенных диаметров сухих агрегатов (DC) и агрегатов, сохраняющихся при увлажнении (DM): ○ - без известки ● - с известкой, севообороты ○● - зернопаропропашной ●● - зернотравянопропашной

Целесообразность одновременного использования полной информации двух сопряженных видов структурного анализа определяется тем, что оба анализа характеризуют один и тот же образец почвы, но в разных условиях его существования. В результате имеется возможность получения таких показателей, которые отражают устойчивость или изменчивость структурного состояния почвы при переходе от одних условий к другим, т.е. при определенном воздействии.

Применение органо-минеральной системы удобрения и ее сочетания с пожнивной сидерацией способствовало увеличению размера агрегатов, сохраняющихся после увлажнения.

АГРОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЧЕРНОЗЕМА ВЫЩЕЛОЧЕННОГО

Обеднение пахотного и подпахотного горизонтов кальцием в результате его вымывания, выноса с сельскохозяйственной продукцией и расхода на нейтрализацию физиологически кислых минеральных удобрений может приводить к увеличению кислотности (Музычкин, Потапова, Рябина, 1983; Макаров, Муха, Кочетов, 1995).

Наблюдения за величиной pH_{kcl} в течение 12 лет показали, что среднегодовой темп его снижения на неудобренном варианте составил 0,008-0,01 ед. в год (рис. 3). При этом в зернопаропропашном севообороте снижение pH_{kcl} более интенсивное, чем в зернотравянопропашном. Основной причиной этого, с одной стороны, является большее выщелачивание карбонатов в чистом пару, а с другой - мелиорирующее действие клевера, глубоко проникающая корневая система которого, способна использовать карбонаты кальция из глубоких горизонтов почвы.

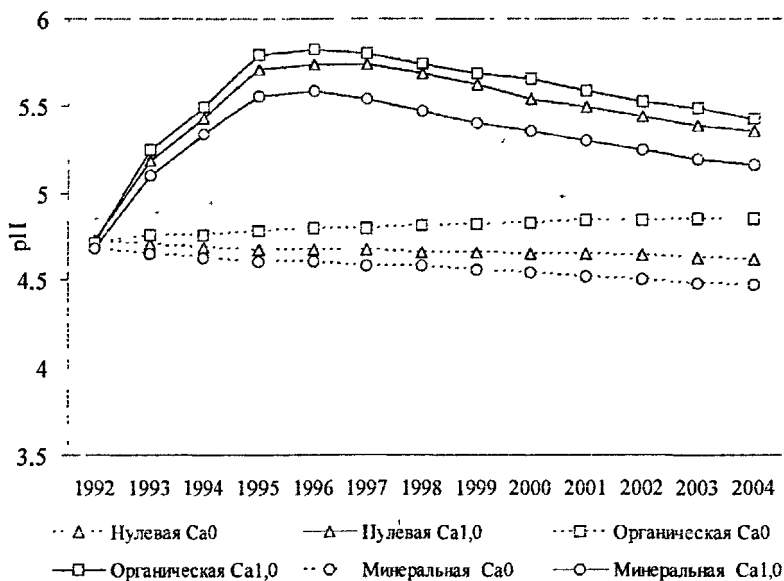


Рис. 3. Динамика pH_{kcl} под действием известкования и систем удобрения, зерно-паропропашной севооборот

Исследуемые системы удобрения оказывали неравнозначное влияние на кислотность почвы. Под влиянием минеральных удобрений в дозах $N_{32}P_{26}K_{26}$ ежегодно темпы роста кислотности увеличивались в 1,8-2,1 раза. Органические удобрения оказывали мелиорирующее действие на величину кислотности: по истечении 12 лет после закладки опыта pH_{kcl} возрос на 0,13-0,15 ед. по сравнению с исходными значениями.

Использование доломитовой муки оказывало кардинальное влияние на величину обменной кислотности чернозема выщелоченного. Уже через 1 год после применения мелиоранта величина pH_{kcl} возрастала на 0,41-0,53 ед. Максимальный сдвиг кислотности отмечен на всех вариантах систем удобрения на 4-5 - ый год действия мелиоранта, после чего значения pH_{kcl} начали постепенно снижаться. Однако даже через 12 лет после проведения известкования обменная кислотность была ниже по сравнению с неизвесткованными вариантами на 0,57-0,77 ед.

В процессе сельскохозяйственного использования средненасыщенных черноземов лесостепи происходит увеличение гидролитической кислотности, вызванное снижением обменных оснований в почвенном поглощающем комплексе и замещением их водородным ионом.

Применение доломитовой муки привело к значительному снижению гидролитической кислотности - на 2,06-2,36 мг-экв / 100 г почвы уже в первый год после внесения мелиоранта. На 3-4-ый год ее величина снизилась на

30-40% к исходному значению, а через 5 - 6-ой год при всех изучаемых системах удобрения началось постепенное увеличение кислотности. При этом даже через 12 лет после известкования мелиорирующее действие доломитовой муки проявлялось отчетливо.

Использование минеральных удобрений без известкования способствовало увеличению гидrolитической кислотности. При применении органических удобрений отмечалось снижение гидrolитической кислотности до 7,55-7,57 мг-экв /100 г почвы.

Известкование среднекислого чернозема сопровождалось глубокими изменениями в составе почвенно-поглощающего комплекса и положительно сказывалось на содержании обменно-поглощенных катионов кальция и магния. Положительное действие известкования прослеживалось в течение всего периода наблюдений. При этом наибольший рост обменных катионов отмечался на 3 - 4-ый год после внесения доломитовой муки: содержание суммы обменных оснований увеличилось на 13-15% в зависимости от применяемых систем удобрения.

Применение органических и минеральных удобрений способствовало тенденции увеличения содержания доступного фосфора в почве, по сравнению с неудобренным вариантом в обоих севооборотах. На вариантах, где высевались пожнивно сидераты, содержание подвижных форм фосфора увеличилось, так как сидераты обладают способностью использовать фосфор из труднодоступных соединений.

Увеличению содержания фосфора способствовала и активизация микробиологической деятельности при внесении органических удобрений. Использование минеральных и органических удобрений косвенно влияет на накопление фосфора в почве, посредством увеличения общего количества корней, через которые в процессе дыхания растения выделяют углекислый газ, при растворении которого в воде образуется угольная кислота. Ее анионы и вытесняют адсорбированный фосфор в раствор.

Применение навоза и минеральных удобрений не оказывало существенного влияния на содержание калия в почве. При использовании органо-минеральной системы удобрения, а также ее сочетания с пожнивной сидерацией проявилась тенденция некоторого увеличения содержания калия в пахотном слое.

УРОЖАЙНОСТЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР И ПРОДУКТИВНОСТЬ СЕВОБОРОТОВ

Изучаемые системы удобрения оказывали различное влияние на урожайность сельскохозяйственных культур. Минимальный дополнительный урожай был получен у всех культур при внесении 8 тонн навоза на гектар севооборотной пашни, а максимальный - при органо-минеральной системе удобрения и ее сочетания с пожнивной сидерацией.

Различия между органо-минеральной системой удобрения и ее сочетания с пожнивной сидерацией оказались, в основном, несущественными (несколько большую отзывчивость на пожнивную сидерацию проявили кукуруза и

яровая пшеница в зернопаропропашном севообороте, кукуруза и ячмень в зернотравянопропашном севообороте).

Известкование способствовало увеличению продуктивности всех культур. Во второй ротации зернопаропропашного севооборота увеличение продуктивности от известкования составило 0,12-0,24 т/га зерновых единиц, в зернотравянопропашного - 0,14-0,29 т/га зерновых единиц (табл. 6).

Органическая система удобрения обеспечивала дополнительный ежегодный сбор 0,42-0,46 т/га з.ед., минеральная - 0,60-0,66 т/га. Наибольшая прибавка продуктивности во второй ротации получена при использовании органо-минеральной системы удобрения и ее сочетания с поживной сидерацией: 0,85-0,91 и 0,96-1,10 т/га з.ед. соответственно.

Влияние изучаемых систем удобрения на урожайность сельскохозяйственных культур сохранилось и в 3 ротации, о чем свидетельствует определенное суммарной продуктивности севооборотов за 12 лет исследований. Органические удобрения способствовали росту продуктивности на 12 - 21%, минеральные - на 19 - 28%, сочетание органических и минеральных удобрений способствовало увеличению продуктивности 12 - 29% в зависимости от вида севооборота.

Таблица 6
Продуктивность севооборотов во второй ротации, 1998-2002 гг.
т/га зерновых единиц

Севообороты	Известкование	Системы удобрения					Среднее
		нулевая	органическая	минеральная	органо-минеральная	органо-минеральная с поживной сидерацией	
Зернопаропропашной	Ca ₀	2,11	2,58	2,67	2,97	3,17	2,70
	Ca _{1,0}	2,26	2,70	2,90	3,21	3,39	2,89
Среднее		2,18	2,64	2,78	3,09	3,28	2,79
Зернотравянопропашной	Ca ₀	2,53	2,97	3,13	3,36	3,47	3,09
	Ca _{1,0}	2,72	3,11	3,42	3,58	3,70	3,31
Среднее		2,62	3,04	3,28	3,47	3,58	2,99
Среднее	Ca ₀	2,32	2,77	2,90	3,16	3,32	2,89
	Ca _{1,0}	2,49	2,91	3,16	3,39	3,54	3,09

Таким образом, применение органической и органо-минеральной системы удобрения способствует не только увеличению содержания гумуса, улучшению агрофизических, физико-химических свойств, но повышению продуктивности полевых севооборотов.

ВЗАИМОСВЯЗЬ ПАРАМЕТРОВ ПОЧВЕННОГО ПЛОДОРОДИЯ ПРИ СИСТЕМАТИЧЕСКОМ ПРИМЕНЕНИИ УДОБРЕНИЙ

Для решения сложных задач прогнозирования возможных изменений плодородия почвы необходимо использование методов моделирования. Ин-

тенсификация земледелия ставит перед почвоведением и агрохимией задачу глубокого познания как позитивных, так и негативных процессов, развивающихся в почвах при их сельскохозяйственном использовании.

На первоначальном этапе моделирования нами проведен корреляционный анализ взаимосвязей параметров плодородия почвы, который показал наличие сильной связи между многими показателями (табл. 7). Вместе с тем следует учитывать, что с помощью полученных коэффициентов корреляции можно оценить только направление и степень сопряженности в изменчивости признаков, но нельзя определить как количественно изменяется один параметр при изменении другого.

С этой целью нами использован регрессионный анализ причем, для построения уравнений взаимосвязи были выбраны только те параметры, коэффициенты корреляции между которыми выше критического значения (0,444).

Таблица 7
Корреляционная матрица взаимосвязи параметров почвенного плодородия чернозема выщелоченного

	ПКО	Гумус	ГК-1	ГК-2	ЛОВ	Плотность	10 - 0,25	Кстр	Квод	pH
ПКО	1,0									
Гумус	0,86	1,0								
ГК-1	0,16	0,11	1,0							
ГК-2	0,38	0,43	-0,78	1,0						
ЛОВ	0,95	0,94	0,05	0,49	1,0					
Плотность	-0,56	-0,83	0,31	-0,68	-0,74	1,0				
10-0,25	0,74	0,84	0,08	0,39	0,78	-0,68	1,0			
Кстр	0,87	0,92	-0,15	0,68	0,93	-0,83	0,78	1,0		
Квод	0,66	0,87	-0,15	0,65	0,81	-0,9	0,71	0,86	1,0	
pH	0,24	0,25	-0,84	0,87	0,31	-0,48	0,19	0,48	0,46	1,0
Продуктивность за 2 ротации	0,7	0,78	0,05	0,28	0,75	-0,66	0,67	0,64	0,71	0,32

Примечание критическое значение коэффициента корреляции 0,444

Наиболее тесная связь от количества поступающих в почву ПКО ($r^2 = 0,905$) выявлена для ЛОВ, представленного в значительной мере полуразложившимися растительными остатками. При этом увеличение количества ПКО на 1 т/га обеспечивало рост содержания гумуса и ЛОВ на 0,17-0,18%, ВОВ - на 7,4 мг/кг почвы.

По мере роста кислотности количество свободных гуминовых и фульвокислот увеличивается, а фракция, связанная предположительно с кальцием - снижается. Объяснение этого факта может заключаться в том, что как указывает Д.С.Орлов (1990), «фракционный состав гумуса являясь функцией кислотности или щелочности почв». Так, рост $pH_{кел}$ на 1 ед. вызывает уменьшение содержания ГК-1 на 3,0%, и рост ГК-2 на 4,4% от $C_{орг}$.

Результаты корреляционно-регрессионного анализа основных агрофизических свойств чернозема выщелоченного (плотность, глыбистость, распыленность, коэффициент структурности и водопрочности, содержание агрега-

тов размером 10-0,25 мм, >0,25 мм) выявили зависимость данных показателей от содержания гумуса и его качественного состава, кислотно - основных свойств почвы.

При моделировании почвенного плодородия следует учитывать, что почва, как открытая многопараметрическая система чрезвычайно сложна и процесс моделирования очень труден. При этом упрощённая трактовка способов управления плодородием почв путём изменения только нескольких изолированных показателей (содержания гумуса, рН и т.д.) несостоятельна (Образцов, 1990).

Анализ изменений агрофизических свойств почвы от показателей плодородия показал, что плотность сложения зависит от содержания гумуса и pH_{kcl} ($R^2= 0,770$), глыбистость от гумуса и суммы обменных оснований ($R^2= 0,847$). Содержание агрономически ценных агрегатов связано с содержанием ЛГК и кислотностью почвы ($R^2= 0,568$), а водопрочных тесно связано с содержанием гумуса и pH_{kcl} ($R^2= 0,872$), гумуса и гидролитической кислотностью ($R^2= 0,862$), ВОВ и pH_{kcl} ($R^2= 0,876$).

Интегральной характеристикой почвенного плодородия в сельскохозяйственном производстве служит отзывчивость возделываемых культурных растений на различные почвенные свойства и режимы. Анализ регрессионных уравнений показывает, что продуктивность севооборотов адекватно описывается различными свойствами: содержанием гумуса, плотностью, содержанием доступного фосфора и обменного калия (рис. 4).

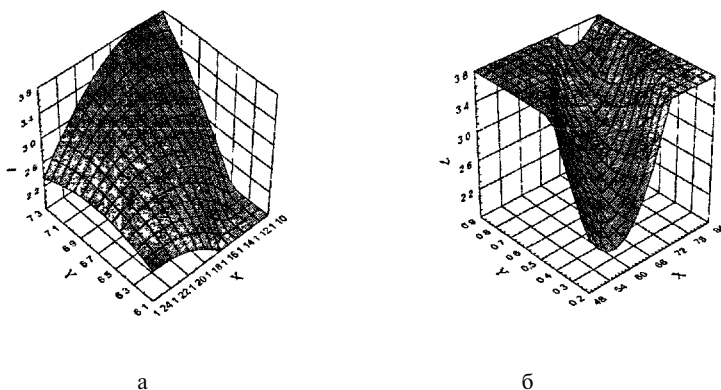


Рис. 4. Зависимость продуктивности севооборотов (Z) от:

а - плотности сложения (X) от содержания гумуса (Y)

$$Z = -8,37 + 1,37X + 1,84Y \quad (r^2 = 0,69),$$

б - содержания водопрочных агрегатов (X) и ЛОВ (Y)

$$Z = 1,643 + 1,54X + 0,007Y \quad (R^2 = 0,68)$$

Таким образом, многие агрохимические и агрофизические свойства почвы тесно связаны между собой. Выявленные параметры взаимосвязи свойств почвы можно использовать как с целью прогнозирования показателей плодородия.

родия, так и для регулирования продуктивности сельскохозяйственных культур.

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ, ЭКОЛОГО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ И ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ

В зернопаропропашном севообороте при использовании различных систем удобрения биоэнергетический КПД составил 2,41-3,80 в зернотравяно-пропашном севообороте - 1,60-3,32. Известкование, проводимое самостоятельно было энергетически эффективно: КПД составлял 1,10-1,16 ед.

Наивысший КПД во всех севооборотах получен при использовании минеральной системы удобрения, а наименьший при сочетании известкования и органических удобрений.

Ухудшение экологической ситуации, в том числе и снижение содержания гумуса, вызывает необходимость расчета эколого-энергетической эффективности различных агроприемов. Любое внешнее воздействие на почву в первую очередь затрагивает верхнюю ее часть - гумусовую оболочку, в которой сосредоточены основные запасы активной энергии и которая обеспечивает их плодородие. Сохранение и поддержание гумусового слоя - одна из важнейших экологических проблем современного земледелия (Булаткин, 1986, 1991).

Для выполнения потерь органического вещества только в пахотном слое необходима (исходя из нормативных данных коэффициента гумификации навоза - 0,25) антропогенная энергия на уровне 99,0 ГДж/га.

При использовании органической и органо-минеральной систем удобрения и в сочетании их с известкованием этот ущерб становится ниже (2,75-24,75 ГДж/га). Только при применении органо-минеральной системы удобрения в сочетании с пожнивным сидератом получен небольшой энергетический выигрыш.

Наиболее энергосберегающим из всех изучаемых севооборотов является зернотравянопропашной. Введение 2-х полей клевера и применение доломитовой муки обеспечило накопление энергии, связанной в почвенном органическом веществе, эквивалентной 38,5 ГДж/га, а использование органических удобрений и их сочетаний с известью 74,25-118,25 ГДж/га.

ВЫВОДЫ

1. В условиях лесостепи Среднего Поволжья основным источником воспроизводства органического вещества почвы являются пожнивно-корневые остатки сельскохозяйственных культур. Зернопаропропашной пятипольный севооборот обеспечивает среднегодовое поступление в почву 2,98 т/га сухого вещества, зернотравянопропашной - 5,32 т/га. Включение в севообороты поживной редьки масличной в качестве зеленого удобрения обеспечивает дополнительное поступление 3,16-3,42 т/га сухого вещества.

2. За две ротации зернопаропропашного севооборота складывается отрицательный баланс гумуса с дефицитом в 0,36%, исключение чистого пара и введение клевера двухлетнего пользования в зернотравянопропашном сево-

обороте обеспечивает простое воспроизводство гумуса. Органическая система удобрения в зернопаропропашном севообороте способствует достижению бездефицитного баланса гумуса, а в зернотравянопропашном - достоверному его росту.

3. Органическая система удобрения вызывает рост доли гуматов кальция в составе гумуса, а минеральная - их снижение и увеличение ГК-1. Известкование способствует росту доли ГК-2 на 11-14% и снижению ГК-1 в 1,4-2 раза. Однако изменений в групповом составе гумуса при этом не происходит. В зернотравянопропашном севообороте количество лабильных компонентов гумуса возрастает в 1,9 раза по сравнению с зернопаропропашным. Органические удобрения приводят к росту ЛОВ, минеральные — ЛГК, известкование снижает количество ЛГК.

4. В зернотравянопропашном севообороте плотность почвы на 0,03 г/СМ³ ниже, чем в зернопаропропашном. Наибольшее положительное влияние на величину плотности оказывает навоз и сидераты.

5. Двухлетнее использование клевера способствует снижению глыбистости на 22%, распыленных агрегатов на - 44% и росту агрономически ценных агрегатов на 18,4%. При этом происходит увеличение коэффициента структурности с 1,52 до 2,41 и водопрочности с 1,69 до 2,55. Органическая система удобрения увеличивает коэффициент структурности на 0,4 ед, коэффициент водопрочности на 0,77, сидераты - на 0,08 и 0,43, известкование — на 0,24 и 0,39 соответственно. Минеральная система удобрения ухудшает структурное состояние почвы. Применение органо - минеральной системы удобрения и ее сочетания с пожнивным сидератом в обоих севооборотах приводит к увеличению размера агрегатов, сохраняющихся после увлажнения и росту энтропии содержания агрегатов при мокром просеивании, то есть снижению доли мелких частиц. Наибольшая величина общей порозности характерна для органической и органо-минеральной систем удобрения в сочетании с поживной сидерацией: в зернотравянопропашном севообороте — 55,8-56,9%, в зернопаропропашном - 55,0-55,8. Применение минеральных удобрений способствует уплотнению почвы и снижению порозности до 52,7-53,8%.

6. Экстенсивное использование чернозема выщелоченного и применение минеральных удобрений ухудшают физико-химические свойства: снижается pH_{kcl} и S, возрастает Нг. Известкование по полной гидролитической кислотности оказывает мелиорирующее воздействие на почву, которое достигает максимума на 3-4-ой год и сказывается в течение 12 лет. Наибольший сдвиг pH_{kcl} достигает 1,11-1,23 ед., Нг - 3,07-3,30 мг-экв / 100 г почвы и S - 3,6-4,2 мг-экв / 100 г почвы.

7. Выявленные интегральные взаимосвязи основных свойств плодородия свидетельствуют о том, что содержание гумуса зависит от поступления в почву ПКО ($r^2 = 0,746$). агрофизические свойства - от гумусного состояния почвы, и в первую очередь лабильных компонентов органического вещества ($r^2 = 0,547-0,862$).

8. Изучаемые системы удобрения способствуют росту продуктивности севооборотов в следующей последовательности: навоз < NPK < навоз + NPK < навоз + NPK + сидерат. Известкование обеспечивает дополнительный еже-

годный сбор продукции в количестве 0,14 т/га з.ед. во второй ротации и 0,18 т/га з.ед. в среднем за 12 лет. Продуктивность зернотравянопропашного севооборота выше, чем зернопаропропашного на 0,49 т/га з. ед.

9. Наибольшая энергетическая эффективность характерна для минеральной системы удобрения, наименьшая - для органико-минеральной с пожнивными сидерациями. Известкование, в среднем за годы исследований было энергетически эффективным (КПД 1,15 ед.). Максимальная эколого-энергетическая и эколого-экономическая эффективность выявлена для органико-минеральной системы удобрения и ее сочетания с поживной сидерацией и известкованием в зернотравянопропашном севообороте.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

1. На черноземных почвах лесостепи Среднего Поволжья для стабилизации режима органического вещества в полевые севообороты необходимо включать бобовые многолетние травы. После уборки ранобуриаемых культур для пополнения запасов первичного растительного вещества следует высевать промежуточные сидеральные культуры.

2. Для снижения кислотности, улучшения физических, физико-химических свойств чернозема выщелоченного в условиях Лесостепи Поволжья применять известкования почв по полной гидролитической кислотности. Полученные результаты по динамике физико-химических свойств почвы можно использовать в агроэкологическом мониторинге, а также при определении очередности известкования среднекислых почв региона.

Список работ, опубликованных по теме диссертации

1. Жеряков Е.В. Продуктивность севооборотов при использовании различных систем удобрений на черноземе выщелоченном / Н.Н. Малашина, Е.В. Жеряков, С.М. Надежкин // Проблемы повышения продуктивности сельскохозяйственного производства в XXI веке: Материалы 41-ой научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов, студентов агрономического факультета. - Пенза, РИО ФГОУ ВПО «ПГСХА», 2002. - С. 55-57

2. Жеряков Е.В. Баланс углерода при различных системах удобрения /, С.М. Надежкин. Е.В. Жеряков // Проблемы плодородия почв на современном этапе развития. Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции. - Пенза, 2002.-С. 77-79.

3. Жеряков Е.В. Сравнение способов определения изменений гумусированности в полевых севооборотах / Е.В. Жеряков // Проблемы АПК и пути их решения: Материалы научно-практической конференции. - Пенза: РИО ПГСХА. 2003. - С. 26-29.

4. Жеряков Е.В. Влияние систем удобрения и известкования на продуктивность полевых севооборотов и плодородие чернозема выщелоченного / Е.В. Жеряков // Материалы научно-практической конференции «Обеспечение высокой экономической эффективности безопасности приемов использования удобрений и других средств». - Бюллетень ВИУА - №118. - Москва, 2003. - С. 20-23.

5. Жеряков Е.В. Баланс фосфора и калия в полевых севооборотах /, С.М. Надежкин. Е.В. Жеряков // Актуарные проблемы земледелия на современном этапе

развития сельского хозяйства Сборник материалов Международной научно-практической конференции, посвященной 50-летию кафедры общего земледелия. - Пенза: РИО ПГСХА, 2004. - С. 95-96

6. Жеряков Е.В. Эффективность различных систем удобрения при выращивании репчатого лука в условиях Лесостепи среднего Поволжья / С.Е. Юртаев, Е.В. Жеряков // Актуальные проблемы земледелия на современном этапе развития сельского хозяйства Сборник материалов Международной научно-практической конференции, посвященной 50-летию кафедры общего земледелия. - Пенза: РИО ПГСХА, 2004. - С. 118-119.

7. Жеряков Е.В. Влияние различных систем удобрений в полевых севооборотах на агрофизические свойства чернозема выщелоченного / Е.В. Жеряков, Е.В. Никулина // Материалы Международной научной конференции «Применение средств химизации - основа повышения продуктивности сельскохозяйственных культур и сохранение плодородия почв» (28-29 апреля 2004г.). - Москва ВНИИА, 2004.-С.23-25

8 Жеряков Е.В. Влияние различных систем удобрения на плодородие чернозема выщелоченного / М.И. Первеева С.М. Надежкин, Е.В. Жеряков // Материалы IV съезда почвоведов России. Новосибирск. 2004. Т.2. - С. 165

Отпечатано с готового оригинал-макета
в типографии «Копи-Ризо» ИП Попова М.Г.
г. Пенза, ул. Московская, 74
25.10.2004 г., тираж 100 экз , 1,25 усл. печ. л., заказ 2172

№20647